



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD Y  
ELECTRONICA**

**PROYECTO DE GRADUACION**

**ESTUDIO, INSTALACION, APLICACIÓN DE NORMAS Y  
DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE MEDICIONES DE  
POTENCIA ELÉCTRICAS EN BAJA Y EN MEDIA TENSION.**

**PERVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
TECNOLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROLES  
INDUSTRIALES.**

**Presentado por:**

**FRANK ENRIQUE VERA LEON.**

**ROBERT WILLIANS MEDNDOZA BRAVO.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2011**

**frenvera@espol.edu.ec**

**rwmendoz@espol.edu.ec**

## AGRADECIMIENTO.

A DIOS y al DIVINO NIÑO JESUS por habernos acompañado e iluminado en nuestras vidas y carrera universitaria, prestarnos siempre la salud y las fuerzas para seguir adelante y poder concluir nuestra carrera de manera exitosa para bien del Ecuador.

A nuestras familias por estar siempre con nosotros incondicionalmente en nuestra vida universitaria.

Nuestro agradecimiento y aprecio al profesor director de tesis el Ing. Héctor Plaza por su invaluable ayuda y estar siempre dispuestos a impartir sus conocimientos para bien de la sociedad.

Agradecemos también a profesores que ha sido parte fundamental en la preparación de nuestra carrera profesores como: Ing. Edison López, Tnlg. Edmundo Durán, Ing. Edmundo Alvear, Lic. Camilo Arellano, Lic. Diego Muso entre otros.

Agradecemos especialmente a un profesor que con sus vivencias contadas como ejemplos a nosotros y superación personal nos ha ayudado como impulso y apoyo incondicional profesor Msc. Eloy Moncayo Triviño, por ser un profesor ejemplo en todo sentido.

Agradecemos a nuestro instituto de tecnologías, nuestra carrera, su personal administrativo y de servicio que siempre estuvieron a nuestro servicio para nuestra superación.

A los departamentos de grandes cliente y departamento de medidores de la empresa eléctrica de Guayaquil, así como al departamento de diseño de la empresa eléctrica de Playas.

## **DEDICATORIA.**

Dedicamos este proyecto a todas las personas que de manera directa o indirecta nos apoyaron a la realización del mismo, y en especial a nuestros familiares que con su amor y ejemplos han formado en nosotros personas de bien para esta sociedad y para poner entusiasmo, dedicación y esfuerzo necesario as fin de culminar nuestros logros profesionales.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

LIC. CAMILO ARELLANO


PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Héctor Plaza', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

ING. HÉCTOR PLAZA

DIRECTOR DEL PROYECTO.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edison López', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

ING. EDISON LÓPEZ

VOCAL.

**DECLARACIÓN EXPRESA.**

**“la responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y al patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.**

**(Reglamento de graduación de la ESPOL)**

  
FRANK ENRIQUE VERA LEÓN

  
ROBERT WILLIAMS MENDOZA BRAVO

**OBJETIVOS Y RESUMEN.****TEMA:****ESTUDIO, INSTALACION, APLICACIÓN DE NORMAS Y DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE MEDICIONES DE POTENCIA ELÉCTRICAS EN BAJA Y EN MEDIA TENSION.****OBJETIVOS DEL TRABAJO O PROYECTO:**

El objetivo del proyecto es de dar a conocer por medio de estudios e investigaciones como son las mediciones eléctricas y todo lo que implica su sistema, para así permitir el ampliar los conocimientos de las personas encargadas de ejecutar o realizar un proyecto eléctrico en el cual se implementara un sistema de medición.

Garantizar el amplio conocimiento del sistema de mediciones eléctricas empleadas en las instalaciones de los diseñadores eléctricos y así dar más eficiencia en la instalación y el mantenimiento del proyecto eléctrico en ejecución y su respectiva medición.

Aportar con la preparación de profesionales en el área eléctrica para el desempeño eficiente en su trabajo al adquirir un mayor conocimiento en la rama de las mediciones eléctricas.

Emprender investigación y estudio en las mediciones eléctricas futuras para el desarrollo de los sistemas de mediciones y así lograr una mayor eficiencia en el uso de la energía eléctrica.

Determinar la eficiencia, como ahorrar y aprovechar la energía eléctrica en base a las mediciones que se realizan comúnmente en nuestro medio.

Este proyecto es útil y servirá para los ingenieros, tecnólogos eléctricos, técnico superior, personas que trabajen en instalaciones eléctricas de tipo residencial, industrial, especiales.

**Descripción del proyecto**

A continuación se describe el contenido resumido de lo que tendrá el proyecto – tesis.

Los temarios del proyecto fueron realizados en base a un estudio de las necesidades de la tesis o proyecto a ejecutar.

**Programa resumido.**

- Estudio de las mediciones eléctricas
- Instalación de las mediciones eléctricas a aplicar en un proyecto o diseño eléctrico.
- Aplicación de las mediciones eléctricas en un proyecto o diseño eléctrico.
- Diseño de las mediciones eléctricas aplicadas a un proyecto eléctrico.

- 1.- Conceptos básicos aplicados a las mediciones de diferentes tipos de magnitudes eléctricas.
- 2.- Introducción a las mediciones eléctricas
- 3.- Tipos de Equipos de medición.
- 4.- Clasificación de las mediciones eléctricas de acuerdo a la carga.
- 5.- Clasificación de la medición eléctrica por el tipo de medición. Medición directa.
- 6.- Mediciones eléctricas indirectas en media y baja tensión.
- 7.- Conexión de las mediciones indirectas en baja y media tensión.
- 8.- Medidores electrónicos usados en las mediciones indirectas.
- 9.- Señales de precaución, alertas, errores de los medidores de medición indirecta.
- 10.- Facturación y cobro de la energía eléctrica de acuerdo a la medición.
- 11.- Análisis de casos reales en la falla de la instalación y conexiones de las mediciones eléctricas y sus equipos.

<b>INDICE GENERAL</b>	
OBJETIVOS Y RESUMEN	4A5
INDICE GENERAL	6A12
CAPITULO 1	13
CONCEPTOS BÁSICOS APLICADOS A LAS MEDICIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	13
1.1- Principios y Generalidades de la Energía y Electricidad .....	14
1.2- Tensión, diferencia de potencial o Voltaje.....	14
1.3- La corriente eléctrica.....	15
1.4- La resistencia eléctrica y la carga eléctrica.....	15
1.5- La potencia y la energía eléctrica.....	15
1.6- La inductancia.....	16
1.7- La capacitancia.....	16
1.8- Impedancia.....	17
1.9- Concepto de reactancia.....	18
1.9.1- Reactancia capacitiva.- .....	18
1.9.2- Reactancia inductiva.- .....	18
1.10- Que se denomina la carga eléctrica de consumo.....	18
1.11- Que es la demanda eléctrica.....	18
1.12- Carga conectada.....	18
1.13- Factor de demanda.....	18
1.14- Que es un circuito eléctrico de consumo.....	19
1.15- La frecuencia eléctrica.....	19
1.16- Tipos de potencias.....	20
1.17- Potencia aparente.....	20
1.18- Potencia activa.....	20
1.19- Potencia reactiva.....	21
1.21- Potencia trifásica.....	21
1.22- Triangulo de potencia.....	22
1.20- Factor de potencia.....	22-23
CAPITULO 2	24
INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES ELECTRICAS.....	24
2.- Introducción a las mediciones eléctricas.....	25
2.1.- Descripción de las mediciones eléctricas.....	25
2.2.- Consecuencia de las mediciones eléctricas.....	26
2.2.1.- Protección.....	26
2.2.2.- Control.....	27
2.2.3.- Visualización.....	28
2.2.4.- Registro.....	30
2.3- Mediciones eléctricas de campo medidores y bases (introducción) .....	32
2.3.1.-Breve descripción de los medidores y sus bases socket.....	32
2.3.2.- La base socket y su suministro.....	33



2.3.3.- Tipos de bases socket breve descripción.....	33
2.3.4.- Ubicación de la base socket.....	37
2.3.5.- Conexión de la base socket.....	37
2.3.6.- Ubicación de un medidor.....	37
2.3.7.- Tipos de medidores monofásicos y trifásicos, utilizados en medición directa e indirecta.....	38
2.3.8.- Altura del Modulo Individual de Medidores.....	38
2.3.9.- Colocación de Sellos en los tipos de medidores.....	38
CAPITULO 3	40
TIPOS DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	40
3.- Tipos de Equipos de medición.....	41
3.1.- Voltímetro.....	41
3.2.- El óhmetro.....	43
3.3.- Amperímetros de baja y alta tensión.....	44
3.4.- El vatímetro.....	46
3.5.- Analizador de redes.....	48
3.6.- Arquitectura básica de un analizador de redes.....	49
3.7.- Errores en los tipos de equipos de medición.....	50-54
CAPITULO 4	55
CLASIFICACION DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DE ACUERDO A LA CARGA.....	5
4.- Medición de acuerdo a la carga (clasificación).....	56
4.1.- Medición en baja tensión.....	56
4.1.1.- Demanda menor a 90 kw monofasico.....	56
4.1.2.- Servicios en Sistema monofásico y trifásico medición baja tensión.....	56
4.1.3.- Cargas con protección y corriente instalada hasta 70 Amperios.....	57
4.1.4.- Cargas con protección hasta 175 Amperios.....	59
4.1.5.- Cargas con protección de hasta 1000 Amperios. Método de instalación en baja tensión con medición de tipo indirecta.....	62
4.2.- Medición en media tensión.....	62
4.2.1.- Descripción de las mediciones en media tensión.....	62
4.2.2.- Tipos de mediciones en media tensión.....	64
4.2.3.- Medición en media tensión externa.....	64
4.2.4.- Medición en media tensión interna.....	66
CAPITULO 5	68
CLASIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS POR EL TIPO DE MEDICIÓN. ....	68
MEDICIÓN DIRECTA.....	68
5.- Clasificación de las mediciones eléctricas por el tipo de medición (directa o indirecta).....	69
5.1.- Medición directa.....	69
5.1.1.-Estudio y conocimiento de los elementos de una medición directa.....	69
5.1.2.- Componentes principales de un medidor monofásico.....	69
5.1.3.- Concepto y definición del medidor de corriente alterna para su aplicación.....	69
5.1.4.- Principales componentes de los medidores.....	71

A).- La base .....	72
B).- Los bornes ó terminales .....	72
C).- El armazón .....	72
D).- La tapa .....	72
F).- Bobinas de corriente.....	72
G).- Bobinas de potencial.....	73
H).- Estator o elemento de un medidor.....	73
I).- Imanes frenadores.....	74
J).- Disco de aluminio (rotor).....	75
K).- Suspensión magnética (joya y pivote - cojinetes).....	76
L).- Ajustes de calibración.....	77
M).- Placa metálica (placa de arranque).- .....	78
N).- Registros o esferas.....	79
Ñ).- Placa característica de datos.....	80
5.1.5.- Principio de operación del medidor .....	81
5.1.6.- Formas de los medidores.- .....	83
5.1.7.- Significado de las letras de los medidores.- .....	83
5.2.- Conexiones de las mediciones directas.....	83
5.2.1.- Esquemas y conexiones de las formas.....	83
5.2.2.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 1S 1A.....	83
5.2.3.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 2S y 2A. ....	85
5.2.4.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 12S Y 12A. ....	86
5.2.5.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 14S. ....	88
5.2.6.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 15S. ....	89
5.2.7.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 16S. ....	90
5.2.8.- Conexión esquemática y la instalación en el sito de aplicación para la forma 5S o 35S. ....L.....	91
5.3.- Características de un medidor directo.....	92
5.3.1.- Clase de medidor y exactitud.- .....	92
5.3.2.- Constantes de los medidores.- .....	92
5.3.3.- Constante de watts-hora (kh) aplicaciones.- .....	92
5.3.4.- Constante de registro (kr). aplicaciones.....	94
5.3.5.- Corriente de prueba del medidor.....	95
5.4.- Formulas para las pruebas de eficiencia de los medidores monofásicos.....	95
5.4.1.- Prueba con cronómetro.....	95
5.4.2.- Prueba con voltaje-amperímetro.....	95
5.4.3.- Ejercicios de aplicación.....	95
CAPITULO 6 .....	98
MEDICIONES ELECTRICAS INDIRECTAS EN BAJA Y MEDIA TENSION.....	98
6.- Mediciones eléctricas indirectas en baja y media tensión.....	99
6.1.- Conceptos básicos a saber en una medición indirecta.....	99
6.1.1.- Conexión de bancos de transformadores.....	99

6.1.2.- Conexión de banco de transformadores en estrella-estrella.....	100
6.1.3.- Conexión de banco de transformadores en estrella - delta.....	103
6.1.4.- Conexión de un banco – delta abierta:.....	105
6.2.- Elementos que intervienen en la medición indirecta.....	106
6.2.1.- Transformadores de medida.....	106
6.2.2.- Transformador de tensión o potencial (PT).....	107
6.2.3.- Transformador de corriente o de intensidad (ct).....	108
6.2.4.- Factor de rango (rating factor) RF.....	110
6.2.5.- Causa de errores:.....	111
6.2.6.- Switch de prueba o bornera de corto circuito con terminales de voltajes y corrientes.....	112
6.2.7.- Cálculos de aplicación para obtener el factor multiplicador del medidor.....	113
6.2.8.- Características principales de la base tipo socket clase 20 de 13 terminales.....	113
6.2.9.- Normalización de los conductores con sus respectivos colores para utilizar en la medición. ....	116
CAPITULO 7	117
CONEXIÓN DE LA MEDICIONES INDIRECTAS EN BAJA Y MEDIA TENSION.....	117
7.- Conexiones de las mediciones indirectas en baja y media tensión.....	118
7.1.- Factor de medición.....	118
7.1.1.- Que pasa si el factor no consta entre los elementos de medición y la empresa.....	118
A) Para un cambio de mayor factor en relación al factor de diseño original.....	118
B) Para un cambio de menor factor en relación al factor de diseño original.....	119
7.2.- Conexión de la forma 3S con un transformadores de corriente en baja tensión.....	120
7.3.- Conexión de la forma 3S con dos transformadores de corriente en baja tensión.....	121
7.4.- Configuración forma 3S en media tensión con un transformador de corriente y tensión.....	123
7.5.- Configuración de la forma 4s en baja tensión con dos transformadores de corriente.....	125
7.6.- Configuración de la forma 4a en baja tensión con dos transformadores de corriente.....	126
7.7.- Conexión especial de un medidor EZAV forma 3Ss ó 5s en un sistema trifásico puro en delta con carga equilibrada utilizando dos transformadores de corriente y tres señales de potencial.....	127
7.8.- Configuración de la forma 9s en baja tensión con tres transformadores de corriente.....	128
7.9.- Conexión de la forma 9S en media tensión.....	130
CAPITULO 8	133
MEDIDORES ELECTRONICOS UTILIZADOS EN LAS MEDICIONES INDIRECTAS.....	133
8.-Medidores utilizados en las mediciones de tipo indirecta y directa medidores electrónicos.....	134
8.1.- Generalidades del medidor electrónico.....	134
8.1.1.- Concepto y definición.....	134
8.1.2.- Componentes del medidor electrónico.....	134
8.1.3.- Placa característica de datos.....	135
8.1.4.- Batería opcional. ....	135
8.1.5.-Display.- ....	136
8.1.6.- Fuente de poder del medidor.....	136

8.1.7.- Cables de voltajes.....	137
8.1.8.- Sensores de corrientes.....	137
8.1.9.- Puerto óptico.....	137
8.2.-Componentes electrónicos del medidor.....	138
8.3.-Tipos, características y marcas de los medidores electrónicos.....	141
8.3.1.- Tipos y características de medidores electrónicos.....	141
8.3.2.- Capacidad de información que pueden suministrar los medidores electrónicos.....	141
8.4.- Muestra de parámetros en la pantalla.....	142
8.4.1.- Pantalla en modo normal de medidores de dos parámetros de cualquier marca para medidores EBS, EB6, EL, ELY y EZLV.....	142
8.4.2.- Pantalla en modo normal de medidores - parámetros de lecturas.....	142
8.5.-Parámetros del modo alterno de los diferentes medidores.....	143
8.5.1.- Parámetros del modo alterno de medidores GENERAL ELECTRIC tipo KV.....	143
8.5.2.- Parámetros del modo alterno de medidores EZAV, marca ABB tipo ALPHA.....	144
8.5.3.- Parámetros del modo alterno de medidores ABB tipo ALPHA PLUS en letra EZAV.....	144
8.5.4.- Capacidad de suministro de información del medidor electrónico.....	145
8.6.- Indicadores de funcionamiento.....	146
8.6.1.- Indicadores en medidores ABB (ALPHA Y ALPHA PLUS).-.....	146
8.6.2.- Indicadores en medidores GENERAL ELECTRIC ( Kv ).....	148
8.6.3.- Indicadores en medidores SCHLUMBERGER (VECTRON).....	149
8.7.- Acceso a los diferentes modos de información.....	150
8.7.1.- Acceso al modo alterno.....	151
8.7.2.- Acceso al modo prueba.....	152
8.8.- Restablecimiento de la demanda. ....	152
8.9.1.- Información de la placa característica.....	153
8.9.2.- Información de la pantalla ( Display ).....	153
CAPITULO 9	154
SEÑALES DE PRECAUCIÓN, ALERTAS, ERRORES DE LOS MEDIDORES DE MEDICIÓN INDIRECTA.....	154
9.- Señales de precaución, alertas, errores de los medidores de medición indirecta.....	155
9.1.- Códigos de alerta, error, contadores de diagnósticos.....	155
9.2.- Códigos de error.....	155
9.3.- Códigos de alerta.....	155
9.3.1.- Código de alerta de medidor ABB.....	156
9.3.2.- Código de alerta de medidor GENERAL ELECTRIC (KV).....	157
9.4.- Descripción de los contadores de diagnósticos.....	157
9.4.1.- Salida de pantalla de un contador de eventos en medidor G.E.....	158
9.5.- Códigos de error en los medidores utilizados en las mediciones indirectas por marca.....	158
9.5.1.- Código de error de medidores electrónicos marca ABB TIPO ALPHA U ALPHA PLUS.....	158
9.5.2.- Código de error de medidores electrónicos marca GENERAL ELECTRIC tipo KV.....	158
9.5.3.- Códigos de error de medidores electrónico marca SCHLUMBERGER tipo (FULCRUM).....	159

9.5.4.- Código de atención o alerta de medidores electrónicos marca ABB modelos ALPHA y ALPHA PLUS Y GENERAL ELECTRIC.....	159
9.6.- Descripción de los contadores de diagnósticos de medidores electrónicos GENERAL ELECTRIC (KV).....	159
9.6.1.- Descripción de los contadores de diagnósticos de medidores electrónicos marca SCHLUMBERGER tipo VECTRON (MALL DEL SOL).....	160
9.7.-Código de error de medidores electrónicos marca SCHLUMBERGER tipo VECTRON.....	160
A) Errores no fatales.....	160
B) Errores fatales.....	160
9.8.- Condiciones de error en los voltajes y corrientes de servicio.....	162
9.9.- Cálculo de la demanda de prueba.....	164
9.10.- Cálculo del KH del medidor electrónico.....	165
CAPITULO 10	166
FACTURACIÓN Y COBRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE ACUERDO A LA MEDICIÓN.....	166
10.-Facturación y cobro de la energía eléctrica de acuerdo a la medición.....	167
10.1.- Facturación y cobro de la energía eléctrica de acuerdo a la medición.....	167
10.2.- Objetivos y alcance.....	167
10.3.- Pliego tarifario.- .....	167
10.4.- Facturación.- .....	167
10.5.- Código de cuenta.- .....	167
10.6.- Tipo de tarifa.- .....	167
A).- Tarifa residencial.....	168
B).- Tarifa general.....	168
C).- Categoría alumbrado público.....	168
10.7.- Demanda.- .....	168
10.7.1.- Demanda de facturación.- .....	170
10.7.2.- Factor de corrección de la demanda.- .....	170
10.8.- KWH transformador o pérdidas de transformación.- .....	171
10.9.- Tasas e impuestos.- .....	171
10.10.- Gastos administrativos.- .....	171
10.11.- Multa.- .....	171
10.12.- Comercialización.- .....	172
10.13.- Subsidio cruzado.....	172
10.14.- Interés mes.- .....	172
10.15.- Ejercicios reales de facturación (cálculos matemáticos) Ejercicios para su aplicación:.....	173
CAPITULO 11	176
ANÁLISIS DE CASOS REALES EN LA FALLA DE LA INSTALACIÓN Y CONEXIONES DE LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS Y SUS EQUIPOS.....	176
11.- Análisis de casos en la falla de la instalación y conexiones de las mediciones eléctricas y sus equipos.....	177
11.1.- Aparatos quemados por variación de voltaje, cuando se rompe el neutro del sistema y no tenemos conectado una buena puesta a tierra, estando el sistema conectado a 240 voltios monofásico.....	177

11.2.- Aparatos quemados por sobre tensión, cuando se ha instalado de manera incorrecta la línea de fuerza en la base del medidor.....	179
11.3.- Aparatos trifásicos que no funcionan por secuencia de fase instalada incorrectamente en el medidor después de una reconexión o cambio de medición.....	180
10.4.- Medidores monofásicos en delta conectados en sistema en estrella.....	181
11.5.- Transformador de potencial con relación de transformación distinta.....	182
11.6.- Circuito abierto en un transformador de corriente.....	182
11.7.- Aplicación del factor de rango (RF) de los transformadores de medida.....	184
11.8.- Pérdidas de transformación.....	184
11.9.- Pérdidas en transformadores originadas por bajo factor de potencia.....	185
11.10.- Averías severas en los transformadores de potencial.....	185
11.11.- Fallas en banco de transformadores.....	186
10.12.- Neutro interrumpido en los medidores.....	187
10.13.- Señales de los transformadores de corriente mal conectadas.....	188
10.14.- Transformadores de corriente puenteados.....	189
CONCLUSIONES.....	190
GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS.....	192
BIBLIOGRAFIA.....	213



# **CAPITULO 1**

## **CONCEPTOS BÁSICOS APLICADOS A LAS MEDICIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS.**

### 1.1- Principios y Generalidades de la Energía y Electricidad

La energía y electricidad son la forma de energía que mueven al mundo en la mayoría de sus aspectos por el uso mundial que se le da a la misma dando paso a las investigaciones para producir nuevas fuentes de energía.

La electricidad es una forma de energía de empleo particularmente cómodo por lo fácil que es su generación transmisión y distribución, además de poder convertirla en otra forma de energía como: mecánica, en los motores; térmica, en las resistencias de calefacción; luminosa, en el alumbrado eléctrico; química, en la electrólisis, etc.

Es de vital importancia interpretar las magnitudes básicas que todos los profesionales ligados a la eléctrica deben saber sobre la electricidad para obtener un buen aprendizaje y un fácil entendimiento del lenguaje eléctrico, en especial en la rama de los sistemas de mediciones eléctricas.

Es necesario determinar las magnitudes con sus respectivas unidades de operación, aplicación y medición como voltaje, corriente, resistencia, potencia y energía, inductancia, capacitancia, impedancia, reactancia.

Para interpretar y conocer muy bien los sistemas de mediciones eléctricas es necesario saber los conceptos básicos de la electricidad.

Descripción de las magnitudes eléctricas.

### 1.2- Tensión, diferencia de potencial o Voltaje.

La tensión eléctrica o diferencia de potencial (en algunos países también se denomina voltaje) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro.

Existen los tipos de voltaje alterno y el directo que van en relación a la corriente alterna y la directa respectivamente, así como también el voltaje lo podemos encontrar en varios niveles clasificados por baja tensión que es hasta 1000 volt, en media tensión que van los voltajes mayores a 1000 volt hasta voltajes de 15000 volt, y en alta tensión que son los voltajes de 15000 en adelante.

Formulas básicas para encontrar el voltaje.

POR CARGA EN JOULES SOBRE COULOMB

$$V = J/C$$

POR LEY DE OHM

$$V = I * R$$

POR LA POTENCIA

$$V = P/I$$



### 1.3- La corriente eléctrica.

La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético.

El instrumento usado para medir la intensidad de la corriente eléctrica es el galvanómetro que, calibrado en amperios, se llama amperímetro, colocado en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

Formulas básicas para encontrar la corriente.

POR CARGA EN UN CONDUCTOR  
ELECTRICO

$$I = C / \text{seg}$$

POR LEY DE OHM

$$I = V / R$$

POR LA POTENCIA

$$I = P / V$$

### 1.4- La resistencia eléctrica y la carga eléctrica.

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de la corriente eléctrica. La unidad de medida es el OHMIO (alemán Georg Simón Ohm) que corresponde a la resistencia de un elemento que al aplicarle un voltio circula por él un amperio. Se la representa con la letra R.

$$R = V / I$$

### 1.5- La potencia y la energía eléctrica.

Potencia eléctrica.- Potencia en general es la rapidez con la que se realiza un trabajo, la potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado ( $p = dW / dt$ ). La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt, es también el producto de la corriente por el voltaje.

$$P = V * I$$

Energía eléctrica.- la energía en general es aquella magnitud física que puede realizar un trabajo. La energía eléctrica es la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando

se les coloca en contacto por medio de sistemas físicos por la facilidad para trabajar con magnitudes escalares, en comparación con las magnitudes vectoriales como la velocidad o la posición.

$$E = P * t$$

### 1.6- La inductancia

En un Inductor o bobina, se denomina inductancia,  $L$ , a la relación entre el flujo magnético,  $\Phi$  y la intensidad de corriente eléctrica,  $I$ :

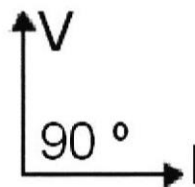
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

El flujo que aparece en esta definición es el flujo producido por la corriente  $I$  exclusivamente. No deben incluirse flujos producidos por otras corrientes ni por imanes situados cerca ni por ondas electromagnéticas.

Esta definición es de poca utilidad porque es difícil medir el flujo abrazado por un conductor. En cambio se pueden medir las variaciones del flujo y eso sólo a través del voltaje  $V$  inducido en el conductor por la variación del flujo. Con ello llegamos a una definición de inductancia equivalente pero hecha a base de cantidades que se pueden medir, esto es, la corriente, el tiempo y la tensión:

$$V_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Se conoce como una carga inductiva cuando el voltaje en un sistema alterno adelanta a la corriente con un ángulo de 90 grados.



### 1.7- La capacitancia.

En electromagnetismo y electrónica, la capacidad o capacitancia eléctrica es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. La capacitancia también es una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para un potencial eléctrico dado. El dispositivo más común que almacena energía de esta forma es el condensador. La relación entre la diferencia de

potencial (o tensión) existente entre las placas del condensador y la carga eléctrica almacenada en éste, se describe mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{Q}{V}$$

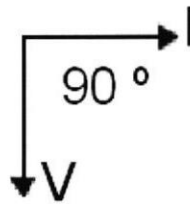
- $C$  es la capacidad, medida en faradios (en honor al físico experimental Michael Faraday); esta unidad es relativamente grande y suelen utilizarse submúltiplos como el microfaradio o picofaradio.
- $Q$  es la carga eléctrica almacenada, medida en culombios;
- $V$  es la diferencia de potencial (o tensión), medida en voltios.

Cabe destacar que la capacidad es siempre una cantidad positiva y que depende de la geometría del condensador considerado (de placas paralelas, cilíndrico, esférico). Otro factor del que depende es del dieléctrico que se introduzca entre las dos superficies del condensador. Cuanto mayor sea la constante dieléctrica del material no conductor introducido, mayor es la capacidad.

En la práctica, la dinámica eléctrica del condensador se expresa gracias a la siguiente ecuación diferencial, que se obtiene derivando respecto al tiempo la ecuación anterior.

$$i = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dV}{dt}$$

Carga capacitiva. Se produce cuando el voltaje atrasa a la corriente con un ángulo de 90 grados.



### 1.8- Impedancia

La impedancia es una magnitud que establece la relación (cociente) entre la tensión y la intensidad de corriente. Tiene especial importancia si la corriente varía en el tiempo, en cuyo caso, ésta, la tensión y la propia impedancia se describen con números complejos o funciones del análisis armónico. Su módulo (a veces impropriamente llamado impedancia) establece la relación entre los valores máximos o los valores eficaces de la tensión y de la corriente. La parte real de la impedancia es la resistencia y su parte imaginaria es la reactancia. El concepto de impedancia generaliza la ley de Ohm en el estudio de circuitos en corriente alterna (AC).



En otras palabras es la relación del fasor voltaje con respecto al fasor de corriente. Se la representa con la letra Z y se la mide en ohmios, y se la expresa como.

$$Z = V / I$$

La impedancia de carga es la del circuito que se acopla a la salida de una fuente de energía, la cual absorbe para convertir variaciones eléctricas en trabajo útil, como las vibraciones sonoras de una bocina. Es decir la impedancia es la oposición que encuentra una corriente alterna en un circuito por causa de la resistencia, la reactancia, o más bien por ambas.

### **1.9- Concepto de reactancia.**

Se denomina reactancia a la oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por inductores (bobinas) o condensadores y se mide en Ohmios. Los otros dos tipos básicos de componentes de los circuitos, transistores y resistores, no presentan reactancia.

**1.9.1- Reactancia capacitiva.-** Es la oposición a la corriente alterna causada por la capacitancia o capacidad que hay en un circuito. Esta clase de reactancia disminuye al aumentar la frecuencia.

**1.9.2- Reactancia inductiva.-** Es la oposición a la corriente alterna ofrecida por la inductancia que hay en un circuito. Cuando la reactancia capacitiva y la inductiva se neutralizan mutuamente y cuando ambas son de igual valor teórico en un circuito desaparecen las dos, quedando solamente la resistencia del mismo.

### **1.10- Que se denomina la carga eléctrica de consumo.**

Se denomina una carga eléctrica de consumo a todo aquel circuito eléctrico maquina o aparato que necesite de corriente para funcionar que consuma energía o potencia activa, aparente y reactiva.

### **1.11- Que es la demanda eléctrica.**

Es la mayor cantidad de la potencia (voltaje por amperios) consumida y promediada en los intervalo de tiempo en que se registra el consumo.

### **1.12- Carga conectada.**

Es la suma de las potencias nominales de los consumidores, de los equipos, de las maquinas de energía eléctrica conectados a la red.

### **1.13- Factor de demanda.**

Es la relación de la demanda máxima de un sistema a la carga conectada al mismo sistema.

#### 1.14- Que es un circuito eléctrico de consumo.

Es un conjunto de aparatos, maquinas, circuitos y componentes eléctricos conectados entre sí para realizar su trabajo consumiendo la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento. Un circuito eléctrico puede describirse matemáticamente por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias, que pueden ser lineales o no lineales y que varían o no varían en el tiempo.

Muchos aparatos y sistemas usan circuitos en sus diseños. También el Circuito eléctrico, es el trayecto o ruta de una corriente eléctrica. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de voltaje que transporta la corriente por el circuito esta corriente que es consumida por la carga conectada al circuito.

Un circuito de este tipo se denomina circuito cerrado, y aquellos en los que el trayecto no es continuo se denominan abiertos. Un cortocircuito es un circuito en el que se efectúa una conexión directa, sin resistencia, inductancia ni capacitancia, ni ningún tipo de carga apreciables, entre los terminales de la fuente de voltaje. En el corto circuito se eleva el amperaje de manera descontrolada produciendo daños por sobre corriente cuando no hay protección, por eso es importante proteger un circuito eléctrico de acuerdo a la capacidad de consumo en amperios.

Existen circuitos eléctricos en serie que es conectar las cargas de manera continua es decir uno detrás de otro de manera seguida aquí si un elemento del circuito deja de funcionar dejara entonces de funcionar todo el circuito debido a que se interrumpe el paso de la corriente eléctrica, otros son los circuitos eléctricos conocidos como paralelo en donde se conectan las carga terminan con terminal, aquí cada carga depende del consumo individual de la misma. Los otros son los circuitos mixtos que son la combinación de los circuitos anteriormente descritos.

#### 1.15- La frecuencia eléctrica.

La frecuencia de la corriente alterna (C.A.) constituye un fenómeno físico que se repite cíclicamente un número determinado de veces durante un segundo de tiempo y puede abarcar desde uno hasta millones de ciclos por segundo o hertz (Hz).

La frecuencia se representa con la letra ( f ) y su unidad de medida es el ciclo por segundo o hertz (Hz). Sus múltiplos más generalmente empleados son los siguientes:

- kilohertz (kHz) = 10<sup>3</sup> hertz = mil hertz
- megahertz (MHz) = 10<sup>6</sup> hertz = un millón de hertz
- gigahertz (GHz) = 10<sup>9</sup> hertz = mil millones de hertz

En nuestro sistema eléctrico la frecuencia es de 60 hertz.

### 1.16- Tipos de potencias.

Los tipos de potencia son los diferentes formas que podemos encontrar la potencia en nuestro sistema eléctrico. Las potencias son: potencia aparente, potencia activa y potencia reactiva.

### 1.17- Potencia aparente.

La potencia compleja de un circuito eléctrico de corriente alterna (cuya magnitud se conoce como potencia aparente y se identifica con la letra S), es la suma (vectorial) de la potencia que disipa dicho circuito y se transforma en calor o trabajo (conocida como potencia promedio, activa o real, que se designa con la letra P y se mide en vatios (W)) y la potencia utilizada para la formación de los campos eléctrico y magnético de sus componentes, que fluctuará entre estos componentes y la fuente de energía (conocida como potencia reactiva, que se identifica con la letra Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAR)). La relación entre todas las potencias aludidas es  $S^2 = P^2 + Q^2$ .

Esta potencia aparente (S) no es realmente la "útil", salvo cuando el factor de potencia es la unidad ( $\cos \phi=1$ ), y señala que la red de alimentación de un circuito no sólo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la que van a "almacenar" las bobinas y condensadores. Se mide en voltiamperios (VA), aunque para aludir a grandes cantidades de potencia aparente lo más frecuente es utilizar como unidad de medida el kilovoltiamperio (kVA).

La fórmula de la potencia aparente es:  $S = I^* \cdot V$

### 1.18- Potencia activa.

Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos y, en consecuencia, cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

Se designa con la letra P y se mide en vatios -watt- (W) o kilovatios -kilowatt- (kW). De acuerdo con su expresión, la ley de Ohm y el triángulo de impedancias:

$$P = I \cdot V \cdot \cos \phi = I \cdot Z \cdot I \cos \phi = I^2 \cdot Z \cdot \cos \phi = I^2 \cdot R$$

Resultado que indica que la potencia activa es debida a los elementos resistivos.

**1.19- Potencia reactiva**

Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo necesario. Por ello que se dice que es una potencia desvada (no produce vatios), se mide en voltiamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q.

A partir de su expresión,

$$Q = I \cdot V \cdot \sin \phi = I \cdot Z \cdot I \sin \phi = I^2 \cdot Z \cdot \sin \phi = I^2 \cdot X = I^2 \cdot (X_L - X_C) = S \cdot \sin \phi$$

Lo que reafirma en que esta potencia es debida únicamente a los elementos reactivos.

**1.20- Factor de potencia.**

El factor de Potencia es el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. El máximo valor del Factor de Potencia es la unidad. El FP No tiene unidades es decir, es adimensional. El Factor de Potencia es el coseno de ángulo.

$$FP = \cos \phi$$

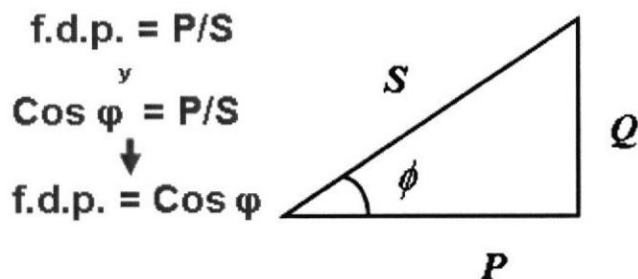
$\phi$  es el ángulo entre la corriente y el voltaje de emisión.

El factor de potencia en un circuito eléctrico es la razón o división de la Potencia Activa o Real en watts y la potencia Aparente o total en voltio amperios.

$$FP = \frac{KW}{KVA}$$

El factor de potencia puede también penalizarse por la empresa que suministra el servicio de energía. Un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92 implicará un consumo de energía reactiva y será penalizado de acuerdo a los cargos establecidos en el reglamento de Tarifas. Es decir, aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual a 0,92, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0,92 y el factor de potencia registrado.





**1.21- Potencia trifásica.**

La representación matemática de la potencia activa en un sistema trifásico equilibrado está dada por la ecuación:

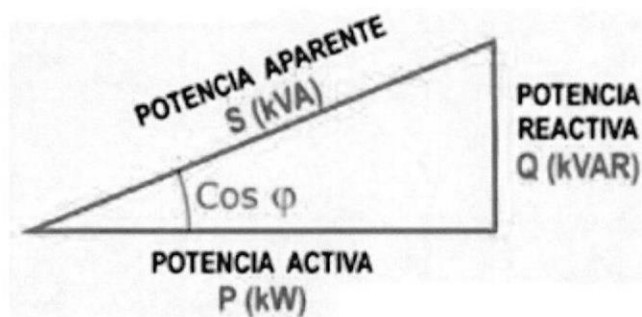
$$P_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\Phi$$

$$P_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\Phi$$

$$S_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V$$

**1.22- Triangulo de potencia.**

Se pueden determinar los diferentes valores de potencias.



Potencia nunca puede ser mayor que la unidad, (0% del 100%). Debido también a que la potencia aparente, solo puede ser igual a la potencia activa en un circuito resistivo puro. El factor de Potencia de un circuito o un aparato, es una manera simple de establecer que parte de la potencia aparente es real o activa. Los La potencia Activa nunca puede ser mayor que la potencia Aparente, por lo tanto el Factor de transformadores, balastros de alumbrado fluorescente, solenoides,



lámparas fluorescentes demandan o necesitan otra corriente de trabajo denominada corriente magnetizante que debe proporcionar la fuente de suministro, y esto hace disminuir la potencia útil de la instalación, además con las pérdidas por efecto Joule (calor), se disminuye la eficiencia y aumenta la caída de tensión. Podemos encontrar los parámetros de potencia por medio de las siguientes formulas:

$$KVA^2 = KW^2 + KVAR^2 \quad KVAR^2 = KVA^2 - KW^2$$

$$KW^2 = KVA^2 - KVAR^2$$

También podemos hallar con funciones trigonométricas.

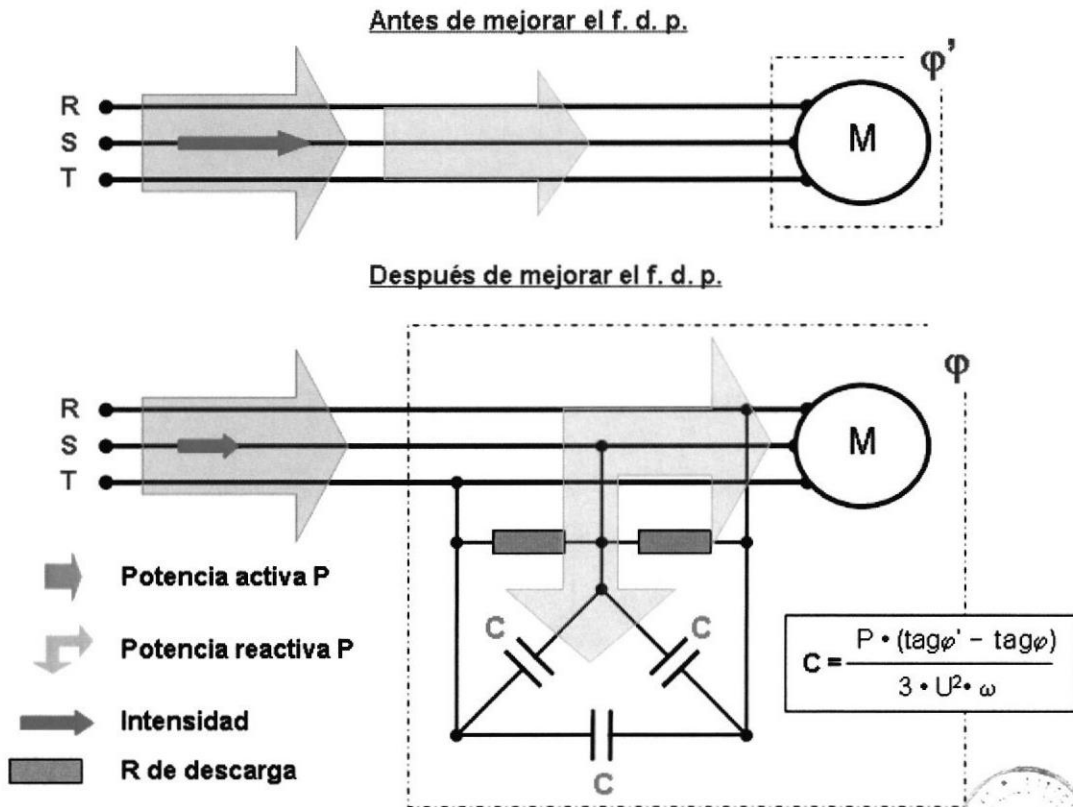
$$\text{Cos } \Phi = KW / KVA \quad \text{Tang } \Phi = KVAR / KW$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Sen } 90^\circ = 1 \\ \text{Cos } 0^\circ = 1 \end{array} \right\} FP < 1$$

Se puede mejorar el factor de potencia instalando un banco de capacitores.

FORMULA PARA HALLAR LOS KVAR:

$$KVAR = KW \{ \text{Tan} (\text{cos}^{-1} \text{FP viejo}) - \text{Tan} (\text{cos}^{-1} \text{FP nuevo}) \}$$



# **CAPITULO 2**

## **INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES ELECTRICAS**

## **2.- Introducción a las mediciones eléctricas.**

Este capítulo contiene ya la introducción para los sistemas de mediciones eléctricas, saber los conocimientos básicos y necesarios para el estudio de las mediciones e ir captando lo que en el estudio se detalla.

Los sistemas de mediciones eléctricas es una parte fundamental en lo que es la electricidad en todos sus aspectos, es decir a nivel industrial residencial ya que con las consecuencias de las mediciones eléctricas podemos determinar un control de todo lo que se esté registrando con el sistema de medición.

Los sistemas de mediciones eléctricas han evolucionado porque hoy en día existen equipos como el analizador de redes que nos dan una facilidad y seguridad al momento de inspeccionar como se está llevando a cabo el sistema de medición en prueba.

Es necesario saber que todo profesional ligado a la rama de la electricidad tiene que tener conocimientos de lo que es un sistema de medición eléctrica, desde los equipos utilizados hasta las conclusiones y recomendaciones que un sistema de medición eléctrica implica.

### **2.1.- Descripción de las mediciones eléctricas.**

Los sistemas de medición eléctrica se describen como una rama fundamental de todo lo que implica un sistema eléctrico.

Como materia de estudio los sistemas de medición eléctrica nos llevan a tener conocimiento acerca de todos los elementos, equipos, máquinas que se usan o que se emplean en este sistema ya que nos lleva a aprender desde el uso de un voltímetro hasta como determinar el cálculo de un consumo de la energía eléctrica registrada en alguna instalación.

Saber de las mediciones eléctricas implica también que hay que aprender ciertas reglas a cumplir que las da la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

En las mediciones eléctricas es fundamental saber la clasificación de la medición a emplear ya sea por el nivel o voltaje en baja media o alta tensión o por el tipo de medición a emplear si es medición directa o indirecta.

Es necesario saber también el funcionamiento de las mediciones utilizadas y aplicadas a los distintos tipos de mediciones directas con programación desde los medidores monofásicos mecánicos hasta los medidores electrónicos indirectos con programación.

En los sistemas de mediciones eléctricas implica también saber que de acuerdo al diseño o proyecto eléctrico saber qué tipo de medición se va a emplear es por eso que es necesario saber también las consecuencias de las mediciones eléctricas.

**2.2.- Consecuencia de las mediciones eléctricas.**

Las consecuencias de las ediciones eléctricas se dividen en cuatro fundamentales que son: protección Control Visualización Registro.

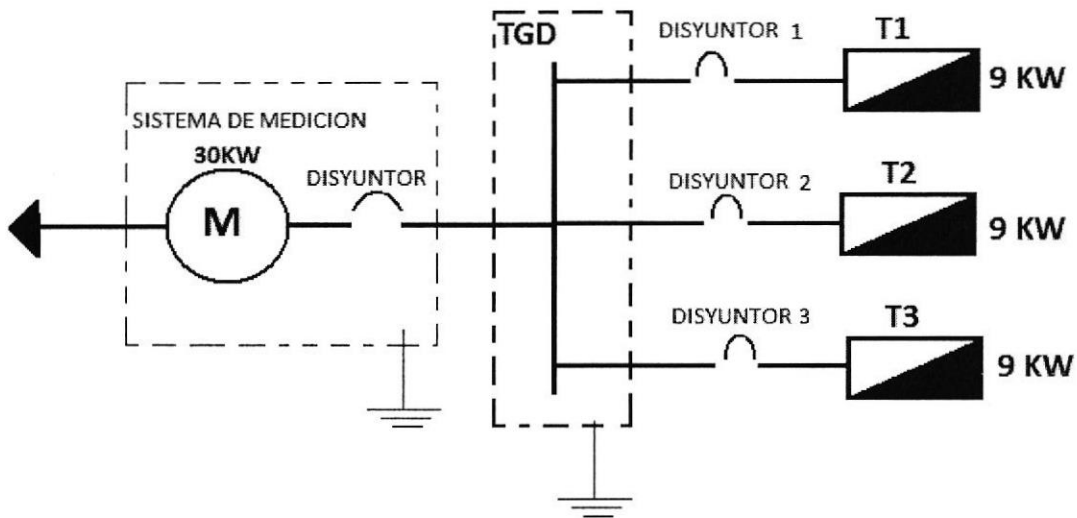
**2.2.1.- Protección**

Desde la instalación de in sistema de medición eléctrico hasta el uso de un equipo de medición, esto nos dice que aplicar un sistema de medición eléctrica nos ayuda a tener una protección al proyecto o sistema eléctrico en donde se ha empleado la medición.

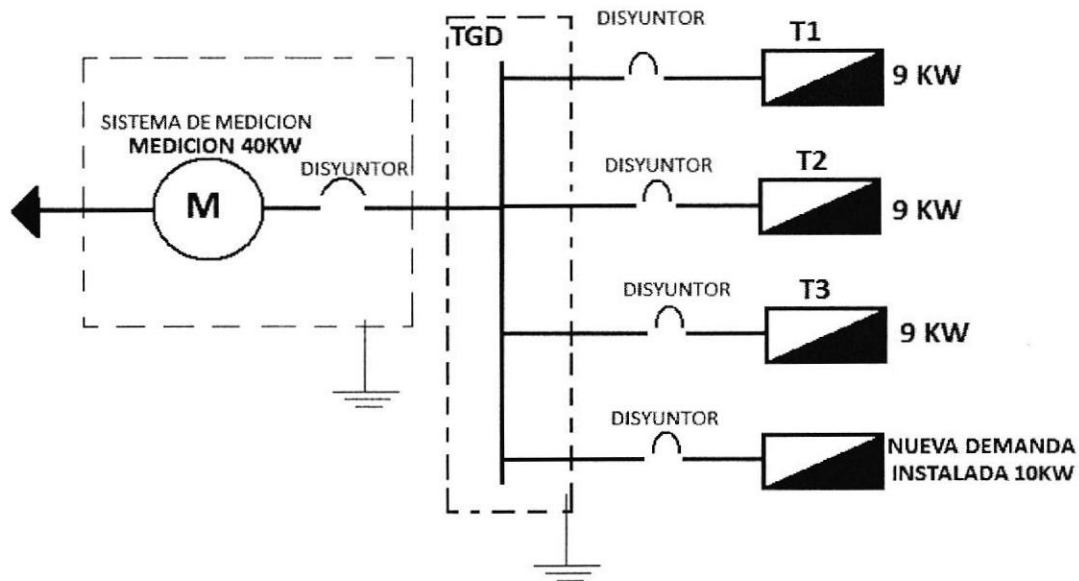
Esto es debido a que un sistema de mediciones empleado de acuerdo a la potencia instalada en un sistema eléctrico determinando que tipo de medición será empleada así como los equipos de medición a utilizar en la misma.

También por saber hasta qué punto se puede un proyecto eléctrico incrementar la demanda con respecto al sistema de medición empleado ya que el sistema de medición empleado nos brinda la facilidad de ser diseñado de acuerdo a la demanda y si en futuro existirá un incremento de carga, estos son situaciones que se deben también presentar en un proyecto eléctrico antes de implementar un tipo de medición.

Por ejemplo un diseño eléctrico donde tenemos una carga con tres paneles y una de manda por cada panel de 9 kw, entonces tenemos que la demanda total del proyecto es de 27 kw y se emplea un sistema de medición con una demanda total de 30 kw.



El diseño en futuro se incrementa con otro panel de 10 kw por lo que el sistema de medición ya no será el indicado y protegerá ese incremento de demanda hasta que se emplee otro sistema de medición.



Otro tipo de protección es con los equipos de mediciones eléctricas es decir si medimos un voltaje en un mantenimiento eléctrico un una caída que si me le detecta un voltímetro con una precisión y exactitud mayor a un voltímetro comúnmente usado, es decir determinaremos que en nuestro sistema eléctrico existirá una anomalía y que el uso de equipos de medición con mayor exactitud y precisión nos darán una mayor seguridad para una mayor protección en proyecto eléctrico en inspección.

**2.2.2.- Control**

En un sistema eléctrico donde se aplica un sistema de medición es importante y fundamental llevar un control en lo que es el sistema de medición para así tener una mayor seguridad en nuestra medición.

A parte de que el control en un sistema de medición va implicado en lo que es el mantenimiento preventivo del sistema eléctrico.

Llevar un control en nuestra medición es responsabilidad de todo eléctrico encargado del mantenimiento y protección de un sistema eléctrico.

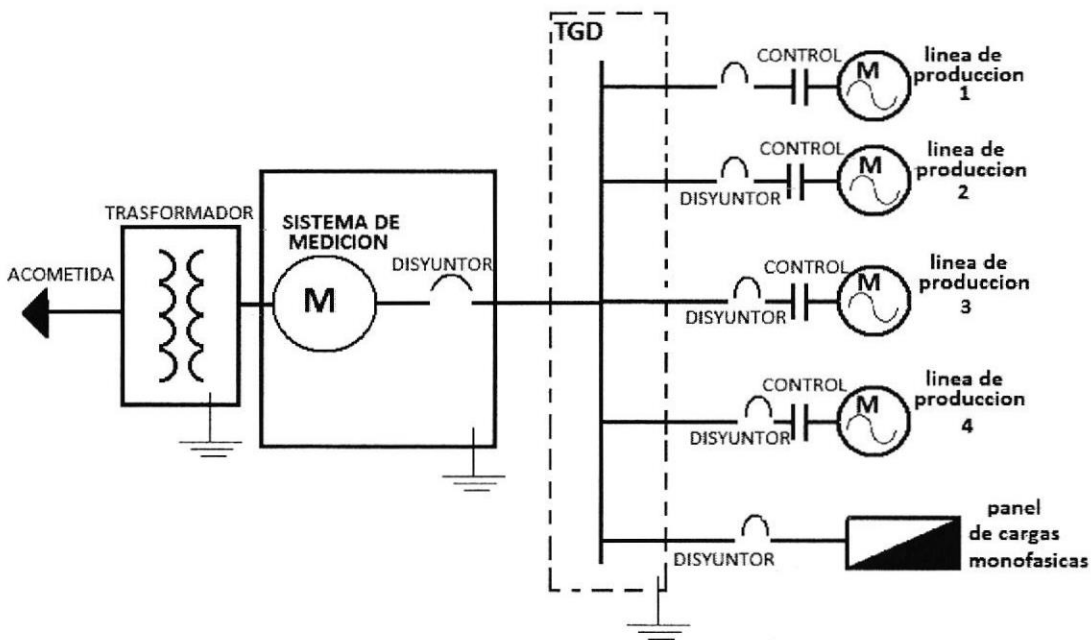
Llevar un control también no ayuda a detectar en algún momento una anomalía ya sea en el sistema eléctrico o en el sistema de medición aplicado.

Llevar un control en el sistema de medición implica también que se está llevando un control en todo el sistema eléctrico.

El control de un sistema de medición debe de ser periódico y rutinario con la mayor seguridad y precauciones que se tienen que tener en cuenta al momento de realizar el control del sistema de medición.

El llevar un control estricto y bien detallado de las mediciones nos ayuda en algún momento a determinar con exactitud la falla en el sistema eléctrico al producir un inconveniente detectado gracias al control llevado en el sistema de medición.

Por ejemplo un caso real: la demanda de una empresa que tiene conectada 4 motores para sus líneas de producción y un panel para cargas monofásicas, los consumos en control son: en el mes de febrero 4524 kw/h en el mes de marzo 4678 kw/h en el mes de abril 4325 kw/h mientras que en el mes de mayo registra un consumo de 7546 kw/h.



Gracias al control llevado nos podemos dar cuenta que la empresa en el mes de mayo tuvo un mayor consumo que en relación a los meses anteriores es muy alto por lo que nos ayuda a determinar que el problema ocurrió en el mes de mayo y que en el registro de ese mes dos líneas de producción trabajaron al 200% más que en un mes normal.

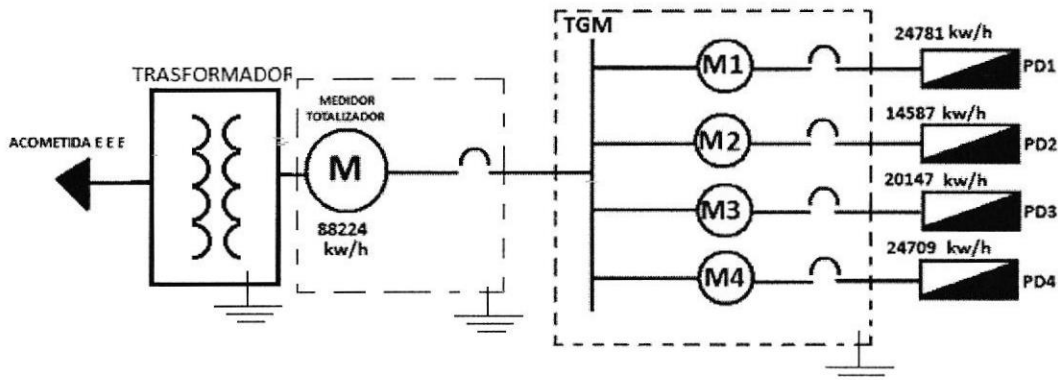
**2.2.3.- Visualización**

Las mediciones eléctrica en la consecuencia de la visualización nos ayuda a permitir tener más en claro el control. Por medio de la visualización llegamos a las consecuencias como control protección y registro.

A parte de que visualizar como está funcionando un sistema de medición eléctrica nos ayuda también a determinar cómo está funcionando el proyecto eléctrico o proceso del cual nuestro sistema de medición está registrando.

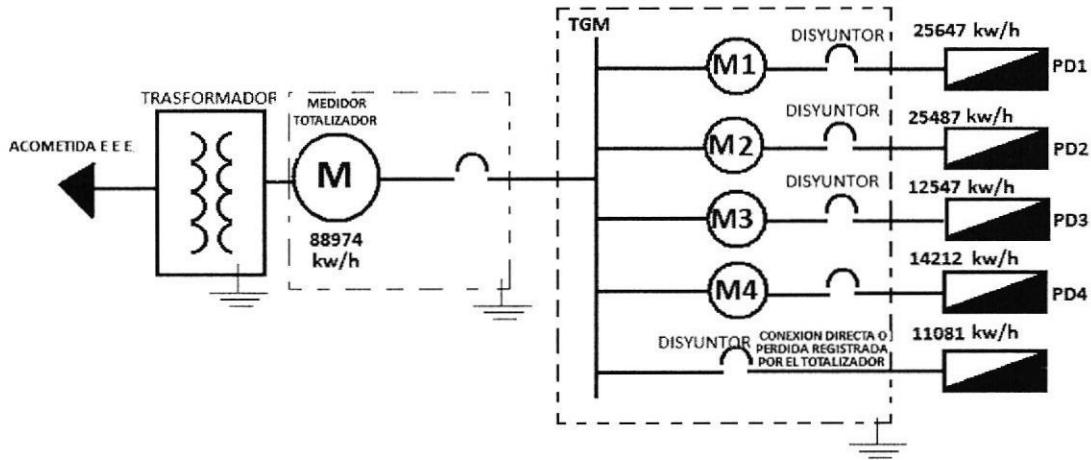
La visualización de un sistema de medición nos ayuda también a determinar si alguna anomalía existe en el control, es decir si en relación a la visualización anterior existen diferencias.

Un claro ejemplo de visualización nos las da el medidor conocido como totalizador, por ejemplo en la medición de un totalizador visualizada en el mes de mayo se encuentra un consumo de 84224 kw/h, teniendo como medidores controlados o hijos, el medidor uno que registra un consumo en el mismo mes de 24781 kw/h el medidor dos registra un consumo de 14587 kw/h, el medidor tres un consumo de 20147 kw/h y el medidor cuatro registra 24709 kw/h.



En el mes de junio el totalizador registra un consumo de 88974 kw/h, estando en el mismo mes el medidor uno registrando un consumo de 25647 kw/h, el medidor dos registra un consumo mensual de 25487 kw/h, el medidor tres registra 12547kw/h, mientras que el cuatro registra 14212 kw/h.





Tenemos entonces que por medio de la visualización de la medición que no coincide el registro del consumo del totalizador con la suma del consumo de los medidores hijos, así que por medio de esta visualización de la medición podemos determinar un problema de que se está dando un consumo adicional en el sistema de medición es decir hay un consumo de alguna conexión directa en ese panel de medidores o alguna pérdida de 11081 kw/h asociado al registro del totalizador como lo vemos en la figura ya descrita.

Algo que está ligado a la visualización de las mediciones eléctricas es con los equipos de medición léase voltímetro amperímetro, óhmetro, analizador de redes, etc. Porque estos equipos tienen parámetros como la exactitud, precisión asociadas al concepto de repetitividad y confianza a la medición del equipo empleado.

Así como a la calidad del equipo para tener mayor exactitud en donde podemos encontrar equipos que al momento de realizar la medición del proceso se aísla de factores ambientales como el ruido la vibración, la temperatura, etc. Esta son cosas que pueden afectar la medición real del proceso y así determina un valor no correcto a lo que está ocurriendo en el proceso medido.

**2.2.4.- Registro.**

En los sistemas de mediciones eléctricas es importante llevar un registro de las mediciones captada por dicho sistema para así tener referencia del funcionamiento en los registros anteriores y llevar control de las mediciones y su funcionamiento.

Llevar un registro nos ayuda a llevar una estadística y tener como punto de partida en qué momento inicio el registro de la medición para saber cómo ha evolucionado a medida del paso de los siguientes registros.



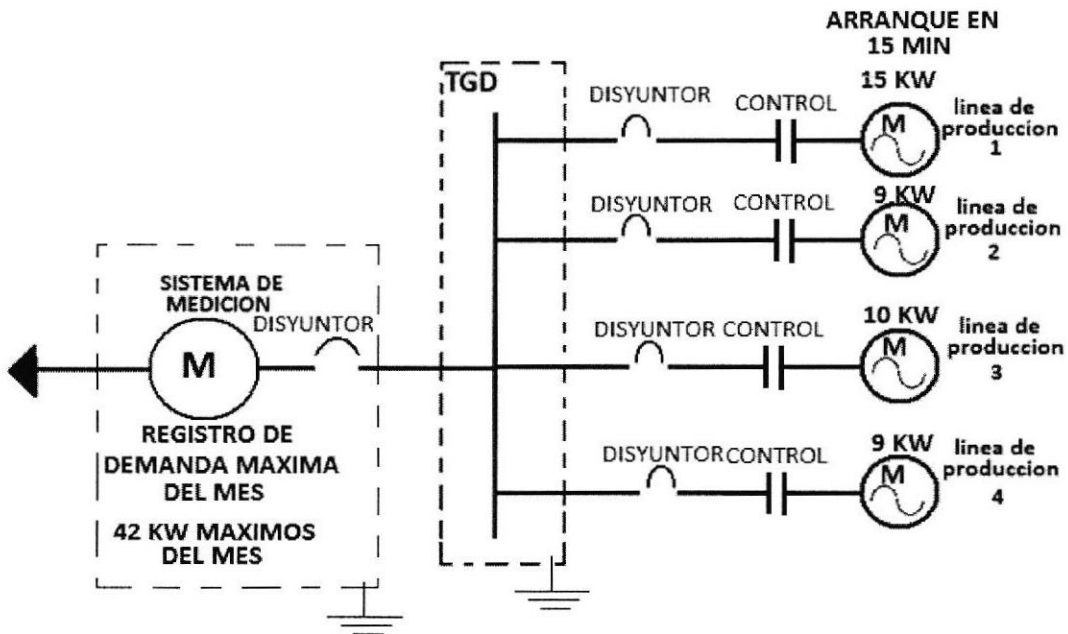
El registro de las mediciones eléctricas nos da una estadística y con esto podemos determinar mas seguramente el control en algunas situaciones donde podemos predecir el comportamiento de un proceso medido por el sistema de medición.

Es importante llevar un registro a cada momento en las mediciones porque así sabernos con exactitud en qué momento falla un proceso y nos produce una lectura que puede ser excesiva o muy inferior a las lecturas registradas en el mismo tiempo en ocasiones anteriores.

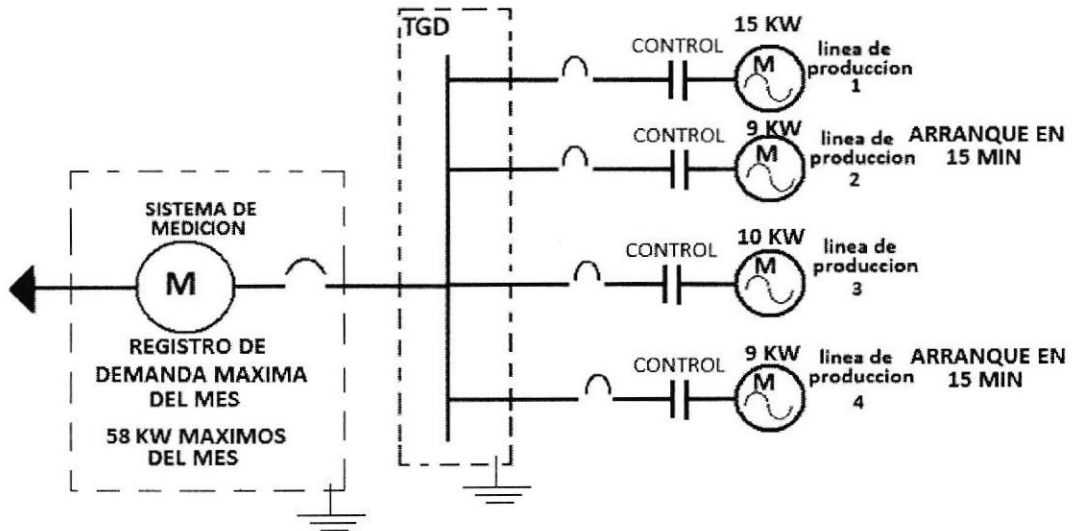
Un ejemplo importante de la aplicación del registro constante en los sistemas de mediciones eléctricas en lo que es el pago de la demanda máxima a nivel industrial por parte de las empresas que suministran el servicio de energía eléctrica.

La demanda registrada por un medidor como demanda máxima es en cuestión de 15 minutos, (en el capítulo de análisis y cobros se detalla). Mediante el registro a cada momento nosotros podemos determinar en que momento ocurrió esa demanda máxima en el mes por poner carga instantánea en el proyecto eléctrico o arrancar alguna línea de producción, así podemos determinar por medio del registros y estadísticas anteriores si la demanda máxima pasada ocurrió por la misma situación o por otra cosa en el sistema medido.

Un ejemplo de registro es que una empresa en el mes de mayo registro la demanda máxima en el momento en que la línea de producción uno con mayor demanda de 15 kw arranco con toda su carga nominal la demanda máxima en ese mes fue registrada ese día con una demanda de 42 kw.



Mientras que en el mes de junio la misma empresa en un momento arranco instantáneamente dos líneas de producción con toda su carga nominal de 9 kw cada línea de producción en este momento en el mes se registro la demanda máxima con 58 kw.



Nos podemos dar cuenta que con el registro de las mediciones eléctricas podemos determinar situaciones como la del ejemplo anterior donde nos damos cuenta que no siempre un registro de una medición va a ser constante en relación a las demandas máximas, así como a ayudar a determinar porque situación es diferente el registro de un mes con otro mes.

Otra aplicación de los registros de mediciones eléctricas es con los equipos de mediciones en donde por medio de un arranque de motores podemos determinar el registro de un voltaje pico o de una corriente máxima de arranque y llevar un control de que es lo que sucederá a futuro con la línea de producción empleada la medición.

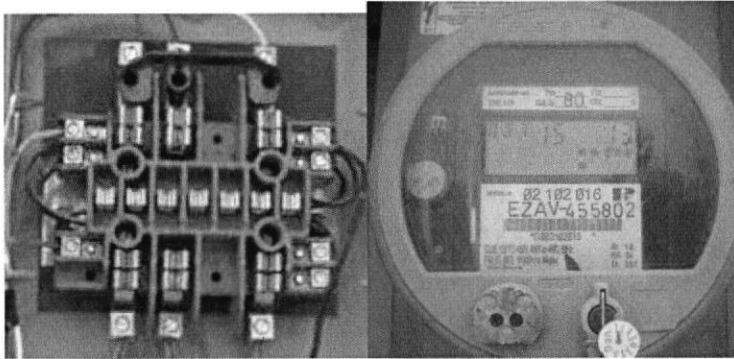
**2.3- Mediciones eléctricas de campo medidores y bases (introducción)**

A continuación se describe un poco acerca de los elementos utilizados en las mediciones eléctricas de campo en sus distintos sistemas, vemos que se tiene que cumplir regla y que las mediciones se clasifica de acuerdo al consumo y carga instalada y que hay que tener en consideración reglamentos empleados por la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

**2.3.1.-Breve descripción de los medidores y sus bases socket**

En los sistemas de mediciones eléctricas parte fundamental de los elementos de una medición sea del tipo o clasificación que sea los elementos fundamentales son sus respectivos medidores a aplicar y en donde estos medidores van a ir montados que son en sus respectivas bases socket.

Para cada tipo de medidor existe una base socket que va de acuerdo a las características del medidor y sus terminales así como del tipo de conexión aplicada, es por eso que es este capítulo se da la introducción para conocer los tipos de medidores y sus bases socket que existen en nuestro medio y que se aplican en los distintos sistemas de medición.



(Típica base socket de con su respectivo medidor correspondiente, medición indirecta baja tensión)

### **2.3.2.- La base socket y su suministro.**

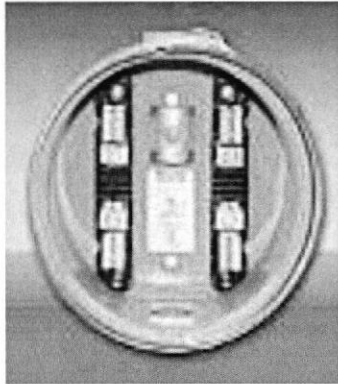
Los medidores serán instalados en una base socket que será suministrada e instalada por el cliente consumidor de la energía eléctrica distribuida por la empresa dentro de un modulo correspondiente, junto con su disyuntor o breaker de protección del todo el sistema eléctrico en donde se va a realizar la instalación de la medición.

La base socket deberá de contar reglamentariamente con un dispositivo que permita la colocación de sellos de seguridad numerados y registrados por la empresa eléctrica la cual suministra el servicio de la energía eléctrica para prevenir el acceso al equipo de medición por personas no autorizadas.

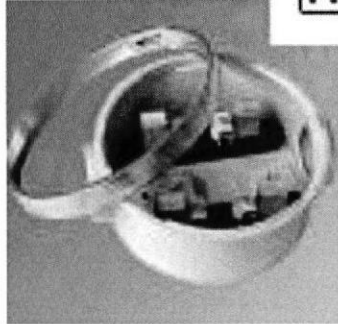
### **2.3.3.- Tipos de bases socket breve descripción.**

Las diferentes tipos de bases socket utilizados para la instalación de un sistema de medición en nuestro país son:

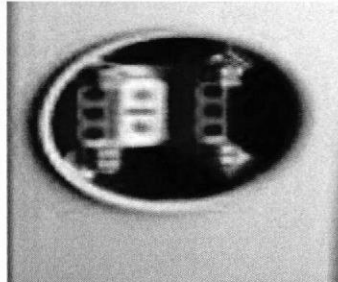
- Base socket monofásica de 100 Amperios, 120 V / 240 V 4 Terminales. (CL100 - 4T)



- Base socket monofásica de 100 Amperios, 120 V / 208 V 5 Terminales. (CL100 - 5T)



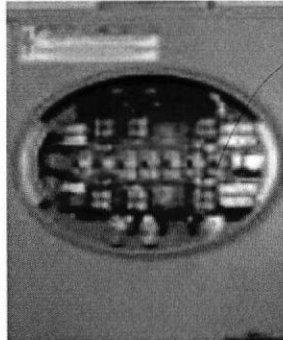
- Base socket monofásica de 200 Amperios, 120 V / 240 V 4 Terminales. (CL200 - 4T)



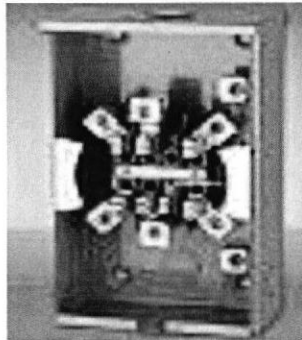
- Base socket monofásica de 200 Amperios, 120 V / 208 V 5 Terminales. (CL 200 - 5T)



- Base socket monofásica de 20 Amperios para medición con transformadores de corriente, 6 Terminales. (CL 20 - 6T)



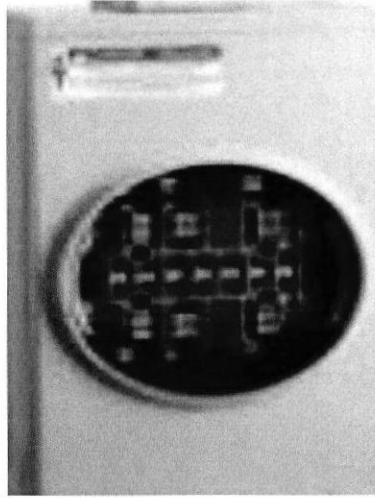
- Base socket trifásica de 100 amperios, 7 terminales. (CL100 - 3F - 7T)



- Base socket trifásica de 200 amperios, 7 terminales. (CL 200 - 3F - 7T)



- Base socket trifásica de 20 Amperios para la medición con transformadores de corriente y de potencial de 13 terminales. (CL 20 - 3F 13T).



**FABRICANTES Y TIPOS DE BASES SOCKET ACERTADOS POR EL DISTRIBUIDOR DE ENERGIA EN EL ECUADOR.**

DESCRIPCION	TIPO DE SERVICIO	FABRICANTE
SOCKET, 1F, CL-20, 5 TERMINALES	MONOFASICA 3 HILOS MAYORES A 175 AMP ( 1F-3H >175A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 1F, CL-20, 6 TERMINALES	MONOFASICA 3 HILOS MAYORES A 175 AMP ( 1F-3H >175A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 3F, CL-20, 13 TERMINALES	TRIFASICA 4 HILOS MAYORES A 175 AMP (3F-4H >175A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 1F, CL-100, 4 & 5 TERMINALES	MONOFASICA 2 Y 3 HILOS MENORES A 70 AMP (1F-2H&3H <70A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 3F, CL-100, 7 TERMINALES	TRIFASICA 4 HILO MENORES A 70 AMP (3F-4H <70A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 1F, CL-200, 4&5 TERMINALES	MONOFASICA 3 HILOS ENTRE 70 AMP Y 175 AMP (1F-3H >70A Y <175A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS
SOCKET, 3F CL-200, 7 TERMINALES	TRIFASICA 4 HILOS ENTRE 70 AMP Y 175 AMP (3F-4H >70A Y <175A)	GENERAL ELECTRIC - MILBANK - ANCHOR/THOMAS&BETTS

**2.3.4.- Ubicación de la base socket.**

La base socket para el medidor, contenida dentro de un modulo de medición, se instalara vertical y horizontalmente nivelada, con el propósito de que el medidor registre la energía eléctrica consumida con mayor precisión.

No se permitirá la instalación de la base socket en ambientes de elevada humedad, temperatura o vibraciones, tales como: cuartos de bombas, cuartos para calderos o cuartos para generadores, que puedan afectar el mecanismo u operación del medido.

La base debe de ser ubicada en un lugar donde la comodidad de ubicación y toma de lectura del medidor sea factible para la empresa que suministra el servicio de la energía eléctrica.

**2.3.5.- Conexión de la base socket.**

No más de un conductor debe ser conectado a cada uno de los terminales eléctricos de las bases, no debiéndose utilizar dichos terminales para efectuar conexiones a otros circuitos.

Las bases (sockets) para servicio 1F 120/208V, deberán disponer de un quinto terminal ubicado horizontalmente en el lado izquierdo, el mismo que deberá ser conectado al sistema de puesta a tierra.

En las bases (sockets) para servicio 1F 3F 120/240V, la línea de fuerza de la acometida deberá conectarse en el terminal derecho de la base (socket).

**2.3.6.- Ubicación de un medidor.**

El medidor se ubicara en un lugar de fácil y libre acceso para el personal de la Empresa y lo mas cerca posible del punto de conexión al sistema de distribución, de acuerdo a los siguientes casos:

Edificaciones nuevas.- El medidor individual deberá instalarse en el cerramiento frontal del inmueble o en un pilarete ubicado en el lindero frontal del solar. En zonas suburbanas y de bajo consumo eléctrico, el medidor podrá instalarse en la fachada no e frontal del inmueble siempre y cuando no exista cerramiento, ni se prevea su construcción a futuro, y además se disponga de libre acceso al sitio donde se proyecta instalar el medidor. Si la medición es indirecta, el medidor se instalara en el cerramiento frontal del inmueble o en una de las paredes del lado exterior del cuarto de transformación de tal manera que su ubicación tenga fácil y libre acceso desde la vía pública de acuerdo al proyecto aprobado por la empresa.

Edificaciones existentes.- En caso de servicios existentes, la Empresa podrá exigir la reubicación del medidor individual al cerramiento frontal, a la fachada frontal en caso de no haber

cerramiento, o excepcionalmente al cerramiento lateral, cuando permita la fácil toma de lectura y el libre acceso desde la vía pública por parte del personal de esta Empresa.

### **2.3.7.- Tipos de medidores monofásicos y trifásicos, utilizados en medición directa e indirecta.**

A continuación se detallan los distintos tipos de medidores utilizados por las empresas que suministran el servicio energía eléctrica en nuestro país, luego se detallaran el funcionamiento de estos medidores en los capítulos de medición directa e indirecta.

- Medidor monofásico auto-contenido, dos hilos CL-100, SO (forma 1S).
- Medidor monofásico auto-contenido, tres hilos CL-100, SI (forma 2S).
- Medidor monofásico auto-contenido, tres hilos Y, CL-100 SIY (forma 12S).
- Medidor monofásico auto-contenido, tres hilos CL-200, EL/SL/SLM (forma 2S).
- Medidor monofásico auto-contenido, tres hilos Y, CL-200, ELY/SLY (forma 12S).
- Medidor monofásico socket, electrónico, dos hilos CL-20, EB5 (forma 3S).
- Medidor monofásico socket, electrónico, tres hilos CL-20, EB6 (forma 4S).
- Medidor polifásico auto-contenido socket, electrónico, cuatro hilos, Y o D CL-200, polivoltaje EZLV (forma 16S).
- Medidor polifásico socket, electrónico, cuatro hilos, Y o D CL-20, polivoltaje EZAV (forma 9S).

### **2.3.8.- Altura del Modulo Individual de Medidores.**

La altura a la que se colocara el modulo individual de medidores permitirá que el eje del medidor se encuentre a 1.80 m con respecto al piso terminado.

### **2.3.9.- Colocación de Sellos en los tipos de medidores.**

El medidor se instalara en la base (socket) y será sellado por el personal de la Empresa. La ruptura de un sello de seguridad instalado por la Empresa será considerada como una infracción.

Aquí se detallan los distintos lugares en donde pueda ser una medición directa o indirecta puedan ir los sellos.





<b>LUGAR</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>
Tapa de vidrio	Sello que va en la parte del medidor en la tapa de vidrio.
Modulo	Sello ubicado en el modulo de la medición.
Base socket	Sello que se ubica en la base socket del medidor.
Swich de prueba	Ubicado en los swich de prueba de la medición.
Tapa superior	Sello ubicado en la tapa superior.
Tapa inferior	Sello ubicado en la tapa inferior.
Transformador de corriente	Sello ubicado en el transformador de corriente en medición indirecta
Transformador de potencial	Sello ubicado en los transformadores de potencial en una medición indirecta.
Caja de seguridad	Sello ubicado en la caja de seguridad de los TCs
Sitio de acceso	Sello que se ubica en el sitio donde se encuentra la medición siempre en una medición indirecta.
Sello de demanda	Sello ubicado en el reset de la demanda de cada medidor.

# **CAPITULO 3**

## **TIPOS DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.**

### 3.- Tipos de Equipos de medición.

En las mediciones eléctricas es parte fundamental tener los distintos equipos de medición para determinar el valores de la magnitud física ya sea voltaje amperaje, etc.

Gracias a esto equipos podemos hacer la materia de las mediciones eléctricas y determinar a tal como una rama de todo el estudio de la electricidad, así como para el manejo de las consecuencias de las mediciones eléctricas como: protección, control, visualización y registro de todo un sistema de medición y de un proyecto eléctrico o planta.

Los equipos de medición de electrónica son el conjunto de equipos que se utilizan para realizar mediciones de dispositivos electrónicos. Pueden servir para crear estímulos, para capturar respuestas, para enrutar la señal, etc.

Es necesario que todo profesional aplicado a la eléctrica y mas a un a la rama de las mediciones eléctricas sepa el correcto funcionamiento de los equipos de las mediciones eléctricas así como su manejo y aplicación al proceso en medición requerido, yaz que solo estos tipos de equipos de medición nos sirven también para realizar pruebas en un sistema de medición.

Aprendiendo el manejo y aplicación de los tipos de equipos en las mediciones letricas todo profesional deberá saber el uso ideal del mismo para dar un mayor rendimiento y eficiencia en el trabajo que esté realizando, así mismo hay que tener en cuenta que para equipos de medición mientras mas sea la inversión económica mayor eficiente va a ser el equipo en la medición.

A continuación se estudiara básicamente el funcionamiento de los tipos de equipos de medición comúnmente usados en las mediciones eléctricas.

#### 3.1.- Voltímetro.

Un voltímetro es un instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Podemos clasificar los voltímetros por los principios en los que se basan su funcionamiento.

**Voltímetros electromecánicos.-** Estos voltímetros, en esencia, están constituidos por un galvanómetro cuya escala ha sido graduada en voltios. Existen modelos para corriente continua y para corriente alterna.

**Voltímetros electrónicos.-** Añaden un amplificador para proporcionar mayor impedancia de entrada (del orden de los 20 mega ohmios) y mayor sensibilidad. Algunos modelos ofrecen medida de "verdadero valor eficaz" para corrientes alternas. Los que no miden el verdadero valor eficaz es porque miden el valor de pico a pico, y suponiendo que se trata de una señal sinusoidal perfecta, calculan el valor eficaz por medio de la siguiente fórmula:

$$V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

**Voltímetros vectoriales.**- Se utilizan con señales de microondas. Además del módulo de la tensión dan una indicación de su fase. Se usa tanto por los especialistas y reparadores de aparatos eléctricos, como por aficionados en el hogar para diversos fines; la tecnología actual ha permitido poner en el mercado versiones económicas y al mismo tiempo precisas para el uso general. Son dispositivos presentes en cualquier casa de ventas dedicada a la electrónica.

**Voltímetros digitales.**- Dan una indicación numérica de la tensión, normalmente en una pantalla tipo LCD. Suelen tener prestaciones adicionales como memoria, detección de valor de pico, verdadero valor eficaz (RMS), autorango y otras funcionalidades.

El sistema de medida emplea técnicas de conversión analógico-digital (que suele ser empleando un integrador de doble rampa) para obtener el valor numérico mostrado en una pantalla numérica LCD.

El primer voltímetro digital fue inventado y producido por Andrew Kay de "Non-Linear Systems" (y posteriormente fundador de Kaypro) en 1954.



**Utilización y aplicación de un voltímetro.**- la aplicación principal de un voltímetro es la de determinar una magnitud de voltaje que se esté midiendo. Para efectuar la medida de la diferencia de potencial el voltímetro ha de colocarse en paralelo; esto es, en derivación sobre los puntos entre los que tratamos de efectuar la medida. Esto nos lleva a que el voltímetro debe poseer una resistencia interna lo más alta posible, a fin de que no produzca un consumo apreciable, lo que daría lugar a una medida errónea de la tensión. Para ello, en el caso de instrumentos basados en los efectos electromagnéticos de la corriente eléctrica, estarán dotados de bobinas de hilo muy fino y con muchas espiras, con lo que con poca intensidad de corriente a través del aparato se consigue el momento necesario para el desplazamiento de la aguja indicadora.

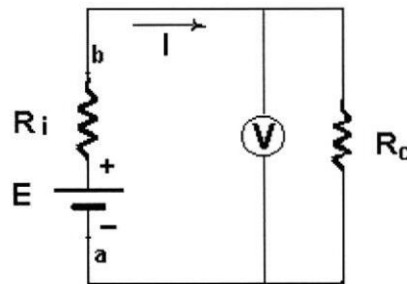


Figura 1.- *Conexión de un voltímetro en un circuito*

En la actualidad existen dispositivos digitales que realizan la función del voltímetro presentando unas características de aislamiento bastante elevadas empleando complejos circuitos de aislamiento.

En la Figura 1 se puede observar la conexión de un voltímetro (V) entre los puntos de a y b de un circuito, entre los que queremos medir su diferencia de potencial.

En algunos casos, para permitir la medida de tensiones superiores a las que soportarían los devanados y órganos mecánicos del aparato o los circuitos electrónicos en el caso de los digitales, se les dota de una resistencia de elevado valor colocada en serie con el voltímetro, de forma que solo le someta a una fracción de la tensión total.

A continuación se ofrece la fórmula de cálculo de la resistencia serie necesaria para lograr esta ampliación o multiplicación de escala:

$$R_a = R_v(N - 1),$$

Donde N es el factor de multiplicación (N≠1)  
 Ra es la Resistencia de ampliación del voltímetro.  
 Rv es la Resistencia interna del voltímetro.

### 3.2.- El óhmetro.

Un óhmetro, Ohmímetro, u Ohmímetro es un instrumento para medir la resistencia eléctrica.

El diseño de un ohmímetro se compone de una pequeña batería para aplicar un voltaje a la resistencia bajo medida, para luego mediante un galvanómetro medir la corriente que circula a través de la resistencia.

La escala del galvanómetro está calibrada directamente en ohmios, ya que en aplicación de la ley de Ohm, al ser el voltaje de la batería fija, la intensidad circulante a través del galvanómetro sólo va a depender del valor de la resistencia bajo medida, esto es, a menor resistencia mayor intensidad de corriente y viceversa.

Existen también otros tipos de óhmetros más exactos y sofisticados, en los que la batería ha sido sustituida por un circuito que genera una corriente de intensidad constante  $I$ , la cual se hace circular a través de la resistencia  $R$  bajo prueba. Luego, mediante otro circuito se mide el voltaje  $V$  en los extremos de la resistencia. De acuerdo con la ley de Ohm el valor de  $R$  vendrá dado por:

$$R = \frac{V}{I}$$

Para medidas de alta precisión la disposición indicada anteriormente no es apropiada, por cuanto que la lectura del medidor es la suma de la resistencia de los cables de medida y la de la resistencia bajo prueba.

Para evitar este inconveniente, un óhmetro de precisión tiene cuatro terminales, denominados contactos Kelvin. 2 terminales llevan la corriente constante desde el medidor a la resistencia, mientras que los otros dos permiten la medida del voltaje directamente entre terminales de la misma, con lo que la caída de tensión en los conductores que aplican dicha corriente constante a la resistencia bajo prueba no afecta a la exactitud de la medida.



### 3.3.- Amperímetros de baja y alta tensión.

Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico. Un microamperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.

Si hablamos en términos básicos, el amperímetro es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente) con una resistencia en paralelo, llamada shunt. Disponiendo de una gama de resistencias shunt, podemos disponer de un amperímetro con varios rangos o intervalos de medición. Los amperímetros tienen una resistencia interna muy pequeña, por debajo de 1 ohmio, con la finalidad de que su presencia no disminuya la corriente a medir cuando se conecta a un circuito eléctrico.

El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un convertor analógico/digital para la medida de la caída de tensión en un resistor por el

que circula la corriente a medir. La lectura del conversor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente eléctrica circulante.

**Amperímetro de gancho.-** Un amperímetro de gancho es un instrumento de medición de corriente eléctrica que permite medirla sin desconectar nada.

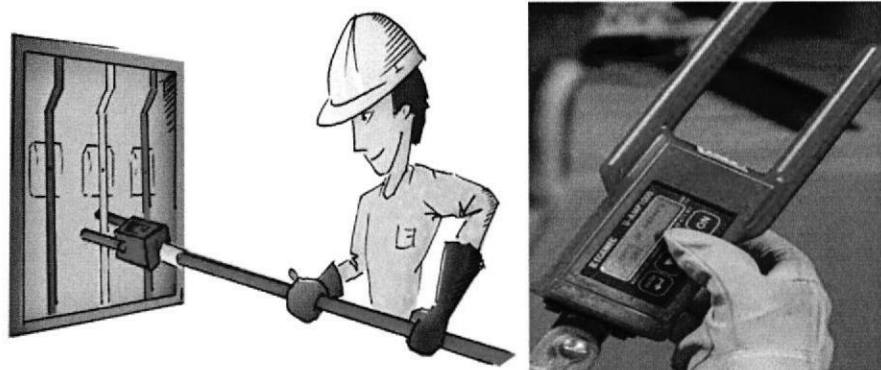
Se llaman de gancho porque cuentan con unas tenazas o ganchos que se abren al oprimir una barra lateral con que cuentan y eso permite ensartarlo en el conductor donde se requiere medir la corriente, con seguridad y sin necesidad de desconectar nada. Después de ello solo ves la carátula o display y sabrás con buena precisión cuantos amperes están pasando por el conductor que tiene estas ganchos. (UN SOLO CONDUCTOR A LA VEZ).

Ya los hay capaces de medir corriente alterna y corriente directa. Los amperímetros de ganchos son los más utilizados actualmente los más conocidos son los de la marca Fluke o Amprobe.



**Amperímetros de media tensión.-** Los amperímetros de media tensión son de tecnología avanzada ya que poseen dos partes la parte del arco donde hay un transformador de corriente que envía la señal hacia la otra parte que es la pantalla por medio de comunicación bluetooth y aquí es donde se puede visualizar la medición que se realiza en media tensión.

Para el uso de un amperímetro de media tensión es necesario el complemento que es el uso de la pértiga donde se coloca la parte del transformador de corriente sustituyendo al martillo de la pértiga para elevarlo ponerlo en la línea de media tensión a medir y espera la lectura que se realiza en media tensión en la parte del display.



### 3.4.- El vatímetro.

El vatímetro es un instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas, llamadas «bobinas de corriente», y una bobina móvil llamada «bobina de potencial».

Las bobinas fijas se conectan en serie con el circuito, mientras la móvil se conecta en paralelo. Además, en los vatímetros analógicos la bobina móvil tiene una aguja que se mueve sobre una escala para indicar la potencia medida. Una corriente que circule por las bobinas fijas genera un campo electromagnético cuya potencia es proporcional a la corriente y está en fase con ella. La bobina móvil tiene, por regla general, una resistencia grande conectada en serie para reducir la corriente que circula por ella.

El resultado de esta disposición es que en un circuito de corriente continua, la deflexión de la aguja es proporcional tanto a la corriente como al voltaje, conforme a la ecuación  $W=VA$  o  $P=EI$ . En un circuito de corriente alterna la deflexión es proporcional al producto instantáneo medio del voltaje y la corriente, midiendo pues la potencia real y posiblemente (dependiendo de las características de carga) mostrando una lectura diferente a la obtenida multiplicando simplemente las lecturas arrojadas por un voltímetro y un amperímetro independientes en el mismo circuito.

Los dos circuitos de un vatímetro son propensos a resultar dañados por una corriente excesiva. Tanto los amperímetros como los voltímetros son vulnerables al recalentamiento: en caso de una sobrecarga, sus agujas pueden quedar fuera de escala; pero en un vatímetro el circuito de corriente, el de potencial o ambos pueden recalentarse sin que la aguja alcance el extremo de la escala. Esto se debe a que su posición depende del factor de potencia, el voltaje y la corriente. Así, un circuito con un factor de potencia bajo dará una lectura baja en el vatímetro, incluso aunque ambos de sus circuitos esté cargados al borde de su límite de seguridad. Por tanto, un vatímetro no sólo se clasifica en vatios, sino también en voltios y amperios.



Vatímetro electrónico.- Los vatímetros electrónicos se usan para medidas de potencia directas y pequeñas o para medidas de potencia a frecuencias por encima del rango de los instrumentos de tipo electrodinamómetro. Los triodos acoplados se operan en la porción no lineal de sus curvas características al voltaje de red y la corriente de placa.

El rango de frecuencia de un vatímetro electrónico es tal que puede extenderse hasta los 20 megahercios usando tubos de pentodos en lugar de triodos. Las condiciones de operación de un pentodo se ajustan de forma que la corriente de placa sea proporcional al producto de una función lineal del voltaje de placa y a una función exponencial del voltaje de red.



Todas estas aplicaciones las podemos encontrar en un equipo en común llamado multímetro que nos sirve para medir magnitudes de corrientes, voltajes, potencias, resistencias. Mientras más valor sea el equipo más precisión tendrá al momento de registrar una medición y determinar los valores reales.



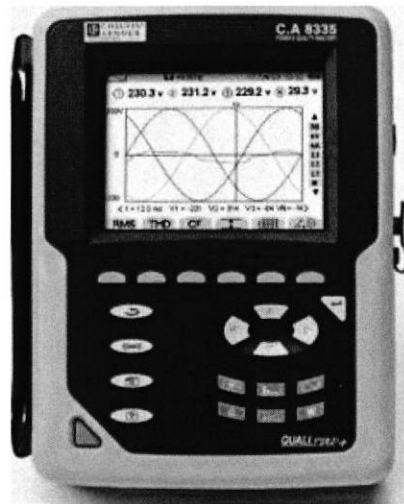
(Típico voltímetro marca fluke utilizado en las mediciones eléctricas a nivel industrial).

### 3.5.- Analizador de redes.

Un Analizador de Redes es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas, conocidas como parámetros de dispersión (Parámetros-S). Los analizadores de redes son más frecuentemente usados en altas frecuencias, que operan entre los rangos de 9 kHz hasta 110 GHz.

Este tipo de equipo es ampliamente utilizado en la fabricación de amplificadores de alta potencia y en filtros para señales de radiofrecuencia para obtener la precisión requerida en los parámetros de respuesta a las señales.

Existen también algunos tipos de analizadores de redes especiales que cubren rangos más bajos de frecuencias de hasta 1 Hz. Estos pueden ser usados por ejemplo en el análisis de estabilidad de lazos abiertos o para la medición de audio y componentes ultrasónicos.



Hay dos tipos principales de analizadores de redes:

- SNA (Scalar Network Analyzer) – Analizador de redes escalar, mide propiedades de amplitud solamente
- VNA (Vector Network Analyzer) – Analizador de redes vectoriales, mide propiedades de amplitud y fase

Un analizador del tipo VNA también puede ser llamado Medidor de Ganancia y Fase o Analizador de Redes Automático. Un analizador del tipo SNA es funcionalmente idéntico a un analizador de espectro combinado con un generador de barrido. Hasta el año 2007, los analizadores VNA son los más comunes y frecuentemente calificados como los de menor calidad. Los tres más grandes fabricantes de analizadores de redes son Agilent, Anritsu, y Rhode & Schwarz.

**3.6.- Arquitectura básica de un analizador de redes.**

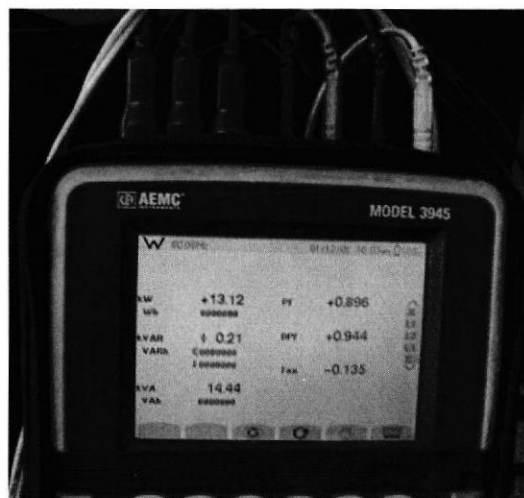
Los modelos que se pueden encontrar más frecuentemente son los de dos puertos, pero también existen modelos de cuatro puertos en el mercado, y algunos cuentan con algunas mejoras para su fácil operación, como pantalla sensible al tacto y la posibilidad de conectarle un ratón o teclado por medio de puertos PS/2 o USB, inclusive los modelos más modernos cuentan con una plataforma en base Windows por lo que su operación se simplifica considerablemente.

Una nueva categoría de analizadores de redes es la MTA (Microwave Transition Analyzer), que significa analizador de transición de microondas, o LSNA (Large Signal Network Analyzer), que significa analizador de redes de señales grandes, los cuales miden amplitud y fase de las armónicas fundamentales. El MTA fue comercializado primero que el LSNA, pero en el primero estaban faltando algunas opciones para una fácil calibración que si están disponibles en la versión LSNA.

**Calibración.-** La calibración de un analizador de redes es un proceso de alta precisión en el cual, se deben tener en cuenta tanto la impedancia en la que se está operando (50 Ohms, en la telefonía celular o 75 Ohms para otras aplicaciones) como las condiciones en las que está operando el equipo. Por este motivo, y dependiendo de la cantidad de Parámetros-S que se requiera medir el proceso puede resultar largo y tedioso por la cantidad de veces que se tuviera que repetir.

El estándar de calibración usa tres dispositivos de prueba llamados OPEN (red abierta), SHORT (red en corto circuito), y THRU (red conectada), los cuales deben ser conectados a los puertos del analizador para que este pueda comparar y establecer la diferencia entre estos tres modos, estos datos son guardados en un registro y cada registro debe ser calibrado independientemente y en el momento en que se le haga una modificación a la red en estudio.

Otro tipo de instrumento para la calibración de analizadores de redes es el módulo de calibración eléctrico (E-Cal), el cual se conecta a este y es automáticamente reconocido y posee una mayor precisión que el equipo de calibración manual mencionado anteriormente. La única desventaja aparente de este dispositivo es que se debe esperar a que alcance su temperatura de operación antes de usarlo.



### 3.7.- Errores en los tipos de equipos de medición.

#### Resumen:

En este artículo se describen los distintos tipos de errores que pueden presentarse en las mediciones eléctricas con instrumentos analógicos y digitales que se utilizan en la actualidad.

#### Desarrollo:

#### Introducción

Medir significa comparar una magnitud de valor desconocido con una magnitud de referencia de igual especie, previamente elegida, que se denomina unidad de medida.

En general los resultados de las mediciones no son exactos. Por mas cuidado que se tenga en todo el proceso de la medición, es imposible expresar el resultado de la misma como exacto. Aún los patrones tienen error.

Se llama error absoluto ( $E_a$ ) a la diferencia entre el valor medido ( $V_m$ ) y el valor verdadero ( $V_v$ ) de la respectiva magnitud:

$$E_a = V_m - V_v$$

El valor verdadero es casi imposible de conocer. En la práctica puede tomarse como tal al hallado a través de un muestreo estadístico de un gran número de mediciones, que se adopta como valor verdadero convencional ( $V_{vc}$ ), y el error correspondiente es el error absoluto convencional ( $E_{ac}$ ):

$$E_{ac} = V_m - V_{vc}$$

De las fórmulas anteriores se desprende que el error absoluto será positivo cuando se mida en exceso y negativo cuando se lo haga en defecto.

De aquí en más, por simplicidad, tomaremos como valor verdadero al valor verdadero convencional.

El concepto de error absoluto no nos dá una idea clara de la bondad de la medición efectuada. Por ejemplo, es muy distinto cometer un error de 10 V al medir 13200 V, que al medir 220 V.

Por lo tanto, es conveniente referir el error absoluto al valor verdadero (o aquel tomado como tal), para poder comparar los resultados de las mediciones efectuadas, obteniéndose así el error relativo ( $E_r$ ) en tanto por uno:

$$E_r = E_a / V_v = (V_m - V_v) / V_v$$

En valores porcentuales:

$$E_r\% = E_a \cdot 100 / V_v = (V_m - V_v) \cdot 100 / V_v$$

Para fijar ideas, cabe señalar que el error típico de una medición destinada a un tablero eléctrico ronda el 1,5 %, la de un laboratorio de ensayos fabriles es del 0,5 % y la de un laboratorio de calibración es menor del 0,1 %.

### **Clasificación de los errores**

Antes de realizar una medición con un grupo de instrumentos dados, es importante determinar qué tipos de errores pueden presentarse, para saber si se está dentro de nuestros requerimientos de exactitud.

El estudio a fondo de la teoría de errores excede los alcances de este artículo y por lo tanto no se efectuará. Si bien no es fácil realizar una clasificación estricta, en los párrafos siguientes se presentará la clasificación clásica de los errores.

Según la misma, los errores se pueden clasificar en errores groseros, errores sistemáticos y errores aleatorios (al azar).

#### **1 - Errores groseros**

Consisten en equivocaciones en las lecturas y registros de los datos. En general se originan en la fatiga del observador, en el error al transcribir los valores medidos a las planillas de los protocolos de ensayos, a la desconexión fortuita de alguna parte del circuito de medición, etcétera.

Estos errores se caracterizan por su gran magnitud, y pueden detectarse fácilmente al comparar varias mediciones de la misma magnitud. Por ello se aconseja siempre realizar al menos 3 (tres) mediciones repetidas.

#### **2 - Errores sistemáticos**

Se llaman así porque se repiten sistemáticamente en el mismo valor y sentido en todas las mediciones que se efectúan en iguales condiciones.

Las causas de estos errores están perfectamente determinadas y pueden ser corregidas mediante ecuaciones matemáticas que eliminen el error. En algunos casos pueden emplearse distintos artificios que hacen que la perturbación se autoelimine.

En virtud de las causas que originan este tipo de error, es conveniente realizar una subdivisión de los errores sistemáticos:

- 2.A - Errores que introducen los instrumentos o errores de ajuste.
- 2.B - Errores debidos a la conexión de los instrumentos o errores de método.
- 2.C - Errores por causas externas o errores por efecto de las magnitudes de influencia.
- 2.D - Errores por la modalidad del observador o ecuación personal.

A continuación se analizarán cada uno de ellos:

## **2.A - Errores de ajuste**

Estos errores son debidos a las imperfecciones en el diseño y construcción de los instrumentos. Mediante la calibración durante la construcción, se logra que para determinadas lecturas se haga coincidir las indicaciones del instrumento con valores obtenidos con un instrumento patrón local.

Sin embargo, por limitaciones técnicas y económicas, no se efectúa ese proceso en todas las divisiones de la escala. Esto origina ciertos desajustes en algunos valores de la escala, que se mantienen constantes a lo largo del tiempo.

Estos errores repetitivos pueden ser medidos en módulo y signo a través del contraste, que es un ensayo consistente en comparar simultáneamente la indicación del instrumento con la indicación de un instrumento patrón de la mas alta calidad metrológica (cuya indicación representa el valor verdadero convencional).

## **2.B - Errores de método**

Los errores de método se originan en el principio de funcionamiento de los instrumentos de medición. Hay que considerar que el hecho de conectar un instrumento en un circuito, siempre origina algún tipo de perturbación en el mismo. Por ejemplo, en los instrumentos analógicos aparecen los errores de consumo, fase, etcétera.

Para corregir estos errores deben determinarse las características eléctricas de los instrumentos (resistencia, inductancia y capacidad). En algunos casos es posible el uso de sistemas de compensación, de forma tal de autoeliminar el efecto perturbador. Por ejemplo, en el caso del wattímetro compensado, que posee un arrollamiento auxiliar que contrarresta la medición del consumo propio.

## **2.C - Errores por efecto de las magnitudes de influencia.**

El medio externo en que se instala un instrumento influye en el resultado de la medición. Una causa perturbadora muy común es la temperatura, y en mucha menor medida, la humedad y la presión atmosférica.

La forma de eliminar estos errores es mediante el uso de las ecuaciones físicas correspondientes, que en los instrumentos de precisión, vienen indicadas en la chapa que contiene la escala del mismo.

En algunos casos, los instrumentos disponen de artificios constructivos que compensan la acción del medio externo. Por ejemplo, la instalación de resortes arrollados en sentidos contrarios, de manera que la dilatación térmica de uno de ellos se contrarresta por la acción opuesta del otro.

Por otra parte, la mejora tecnológica de las aleaciones utilizadas ha reducido mucho los efectos debidos a la acción de la temperatura ambiente.

## **2.D - Errores por la modalidad del observador**

Cada observador tiene una forma característica de apreciar los fenómenos, y en particular, de efectuar lecturas en las mediciones. Lo curioso que nos muestra la experiencia, es que cada observador repite su modalidad en forma sistemática. De allí que se denomine a esta característica ecuación personal.

Por ejemplo, al medir tiempos un determinado observador registra los mismos con adelanto o retraso con respecto a otro observador.

## **3 - Errores aleatorios**

Es un hecho conocido que al repetir una medición utilizando el mismo proceso de medición (el mismo instrumento, operador, excitación, método, etc.) no se logra el mismo resultado.

En este caso, los errores sistemáticos se mantienen constantes, y las diferencias obtenidas se deben a efectos fortuitos, denominados errores aleatorios (mal llamados accidentales).

Por ello, una característica general de los errores aleatorios es que no se repiten siempre en el mismo valor y sentido.

En virtud de las causas que originan este tipo de error, es conveniente realizar una subdivisión de los errores aleatorios:

- 3.A - Rozamientos internos.
- 3.B - Acción externa combinada.
- 3.C - Errores de apreciación de la indicación.
- 3.D - Errores de truncamiento.

A continuación se analizarán cada uno de ellos:

### **3.A - Rozamientos internos**

En los instrumentos analógicos se produce una falta de repetitibilidad en la respuesta, debido fundamentalmente a rozamientos internos en el sistema móvil. Asimismo, los falsos contactos también dan lugar a la aparición de este tipo de error.

### **3.B - Acción externa combinada**

Muchas veces la compleja superposición de los efectos de las distintas magnitudes de influencia no permiten el conocimiento exacto de la ley matemática de variación del conjunto, por ser de difícil separación. De esta manera, no puede predecirse el error ni realizarse las correcciones debidas, convirtiéndose en un error aleatorio.

### 3.C - Errores de apreciación de la indicación

En muchas mediciones, el resultado se obtiene por la observación de un índice (o aguja) en una escala, originándose así errores de apreciación. Estos a su vez tienen dos causas diferentes que pasamos a explicar:

#### 3.C.1 - Error de paralaje

Se origina en la falta de perpendicularidad entre el rayo visual del observador y la escala respectiva. Esta incertidumbre se puede reducir con la colocación de un espejo en la parte

posterior del índice. Así la perpendicularidad del rayo visual se logrará cuando el observador no vea la imagen del mismo en el espejo.

#### 3.C.2 - Error del límite separador del ojo

El ojo humano normal puede discriminar entre dos posiciones separadas a más de 0,1 mm, cuando se observa desde una distancia de 300 mm. Por lo tanto, si dos puntos están separados a menos de esa distancia no podrá distinguirlos.

La magnitud de este error es típicamente subjetiva, pues hay personas que tienen una visión mejor o peor que la normal.

Para disminuir este tipo de error se puede recurrir al uso de lentes de aumento en las lecturas.

### 3.D - Errores de truncamiento

En los instrumentos provistos con una indicación digital, la representación de la magnitud medida está limitada a un número reducido de dígitos.

Por lo tanto, en tales instrumentos no pueden apreciarse unidades menores que la del último dígito del visor (o display), lo que da lugar a un error por el truncamiento de los valores no representados.

La magnitud máxima de este tipo de error dependerá del tipo de redondeo que tenga el instrumento digital, siendo el 50 % del valor del último dígito representado para el caso de redondeo simétrico y el 100 % para el caso del redondeo asimétrico.





# **CAPITULO 4**

## **CLASIFICACION DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DE ACUERDO A LA CARGA.**

#### 4.- Medición de acuerdo a la carga (clasificación).

Las mediciones eléctricas se clasifican de acuerdo al tipo de carga instalada y corriente consumida para así asumir un nivel de voltaje en instalación y saber si la medición se va a realizar en baja tensión que es a nivel de voltaje de 1000 volts, o en media tensión que es a nivel de los 15000 volts, o en alta tensión que es a nivel de los 69000 volts en lo que a instalaciones eléctricas de medición se refiere.

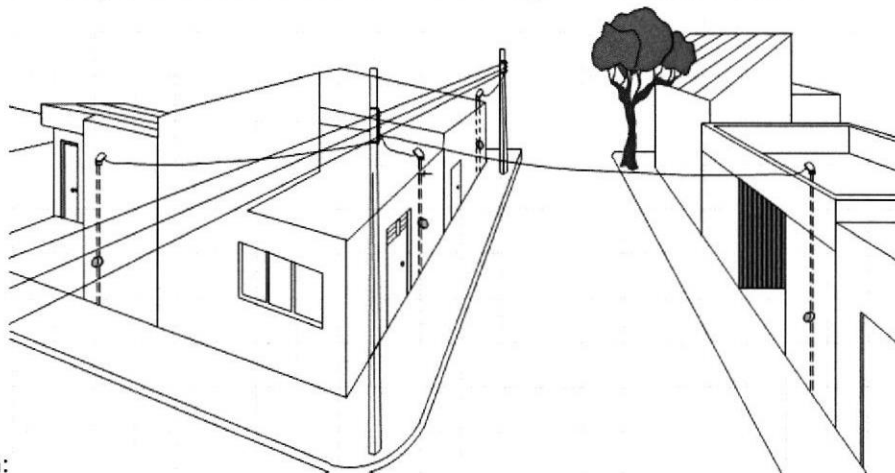
Aquí también entra lo que es la clasificación de acuerdo a la corriente consumida en donde se detallan las situaciones y condiciones para cada tipo de medición sea en baja tensión o en media tensión.

##### 4.1.- Medición en baja tensión.

A continuación se detalla la clasificación de las mediciones en baja tensión relaciona al tipo de servicio de acuerdo a la demanda o consumo del cliente consumidor de la energía eléctrica, esta clasificación es la siempre existente en nuestro país de Ecuador por parte de las distintas empresas que prestan el servicio de energía eléctrica.

##### 4.1.1.- Demanda menor a 90 KWmonofásico.

El servicio eléctrico suministrado es de corriente alterna, monofásico o trifásico sólidamente aterrizado, con una frecuencia de 60 Hz. Los voltajes de servicio se listan a



continuación:

##### 4.1.2.- Servicios en Sistema monofásico y trifásico medición baja tensión.

- 120 V – 2 hilos
- 120/240V – 3 hilos
- 120/208V – 3 hilos
- **Sistema trifásico**
- 120/240V – triangulo – 4 hilos
- 120/208V- estrella – 4 hilos

La empresa eléctrica suministrara el servicio de energía por medio de su tendido eléctrico de distribución hasta una carga de 30KW porque pasado de esta potencia de demanda el cliente tendrá que instalar un banco propio de transformador.

La empresa eléctrica en condiciones normales mantendrá la regulación de la tensión o voltaje dentro de los siguientes límites establecidos por el CONELEC: 8% arriba, 8% abajo con relación al voltaje nominal de suministro en distribución.

Con la finalidad de mantener los rangos de regulación de voltaje establecidos, la Empresa no permitirá más de un paso de transformación para obtener el voltaje nominal del suministro; esto es, no se permitirá la instalación transformadores en cascada para llegar al punto de medición del cliente consumidor de la energía.

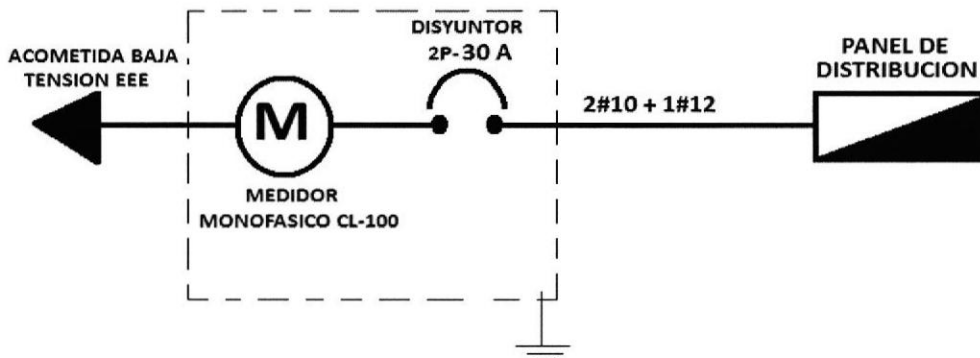
Generalmente, para demandas de hasta 3 kilovatios, la empresa suministrara el servicio monofásico a 120 V voltios 2 hilos. Para demandas mayores y hasta 30 kilovatios la empresa suministrara el servicio monofásico trefilar a partir de sus redes de distribución el tendido eléctrico.

El servicio trifásico en baja tensión será suministrado a partir que la empresa haya evaluado el costo benéfico del suministro para determinar la contribución por parte del consumidor cuando se encuentre localizado fuera de la franja de servicio, o su carga declarada sea mayor a 10 kilovatios. En todo caso, para suministrar este servicio se requiere una carga trifásica mínima de 4 kilovatios.

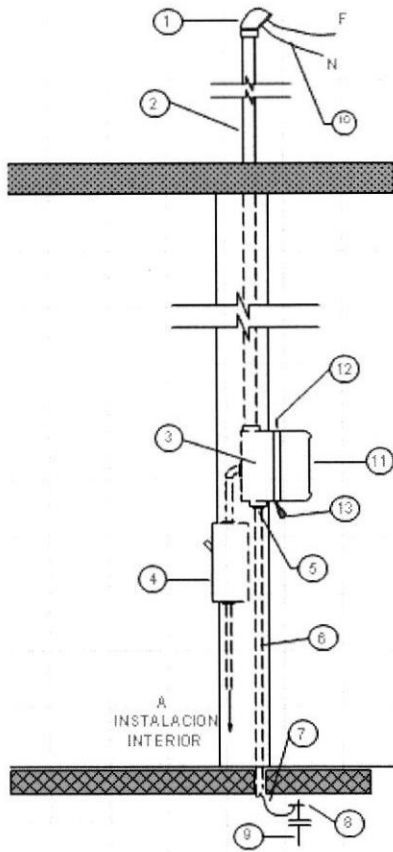
**4.1.3.- Cargas con protección y corriente instalada hasta 70 Amperios.**

Cuando la carga de un consumidor requiera de la protección de un disyuntor hasta de 70 amperios, la medición se hará por medio de un medidor auto-contenido clase 100, tipo socket, en donde la acometida vendrá desde el tendido eléctrico que proporciona la empresa que da el servicio.

Diagrama unifilar típico de un servicio con carga de protección hasta de 70 amperios.

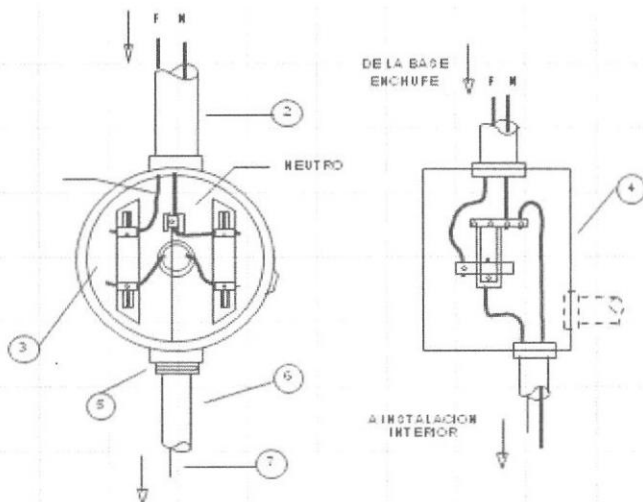


Detalle de los elementos utilizados en una medición de clasificación baja tensión con carga hasta 70 Amperios.



Especificaciones de materiales y equipos.	
<b>A CARGO DEL USUARIO</b>	
1.	REVERSIBLE INTEMPERIE DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO
2.	TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD
3.	BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES
4.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 30 AMPERES, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
5.	REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A 12,7 mm (1/2")
6.	TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12,7 mm (1/2") DE DIAMETRO
7.	ALAMBRE O CABLE DE COBRE CALIBRE 8.367 mm <sup>2</sup> (8 AWG) MINIMO
8.	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA
9.	VARILLA DE TIERRA PARA UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 25 OHMS
<b>A CARGO DE LA EMPRESA QUE SUMINISTRA EL SERVICIO.</b>	
10.	CABLE MULTIPLE DE ALUMINIO (1 + 1) DIRECTO HASTA LAS TERMINALES DE LA BASE SOCKET
11.	MEDIDOR TIPO ENCHUFE DE 15 AMPERES, 1 FASE, 2 HILOS, 120 VOLTS (F121)
12.	ARO PARA BASE ENCHUFE DE ACERO INOXIDABLE
13.	SELLOS DE SEGURIDAD

Detalle de la conexión del medidor y la base socket con cargas hasta de 70 amperios.

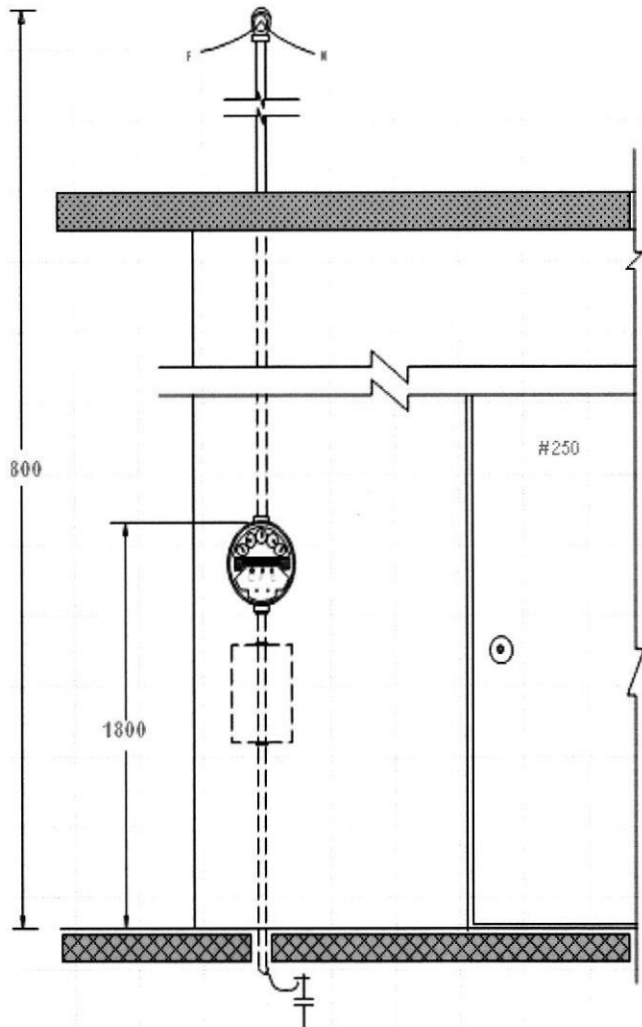


2.	TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD
3.	BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES
4.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 30 AMPERES, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
5.	REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A



ESPOL

PROTEL



	12,7 mm (1/2")
6.	TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12,7 mm (1/2") DE DIAMETRO
7.	ALAMBRE O CABLE DE COBRE CALIBRE 8.367 mm <sup>2</sup> (8 AWG) MINIMO

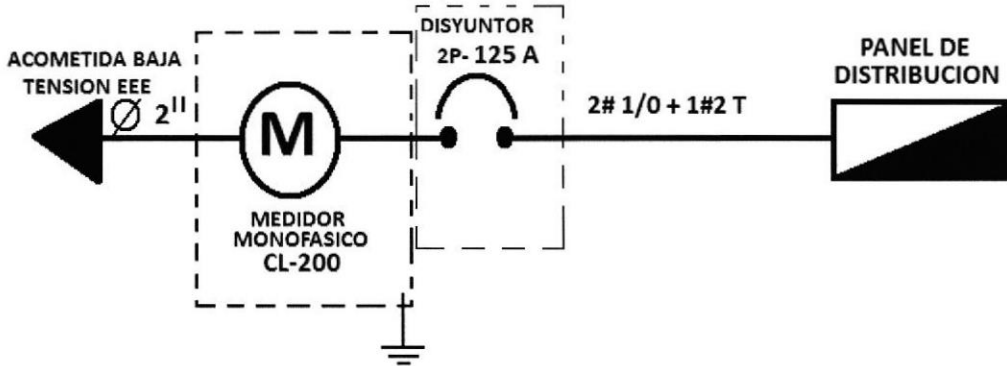
NOTAS:	
A.	LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR COMO MAXIMO A 30 METROS DEL POSTE DESDE EL CUAL SE DARA EL SERVICIO
B.	EL CONDUCTOR DEL NEUTRO DEBE CONECTARSE DIRECTO A LA CARGA SIN PASAR POR ALGUN MEDIO DE PROTECCION (TERMOMAGNETICO)
C.	LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR AL LIMITE DE PROPIEDAD, EMPOTRADA O SOBREPUESTA
D.	EVITAR QUE LA ACOMETIDA CRUCE OTRO TERRENO O CONSTRUCCION
E.	LA ALTURA DELA MUFA O REVERSIBLE PARA RECIBIR LA ACOMETIDA ES DE 4800mm
F.	EL INTERRUPTOR ESTARA A UNA DISTANCIA DE 1000 mm DEL MEDIDOR COMO MAXIMO
G.	MARCAR EL NUMERO OFICIAL DEL DOMICILIO EN FORMA PERMANENTE

Todas las conexiones van de acuerdo a la cantidad de potencia instalada o corriente de demanda que no exceda los 70 amperes y se cumple con las especificaciones técnicas anteriormente descritas lo único que cambiara en los diferentes proyectos eléctricos es el disyuntor principal y el número del conductor principal.

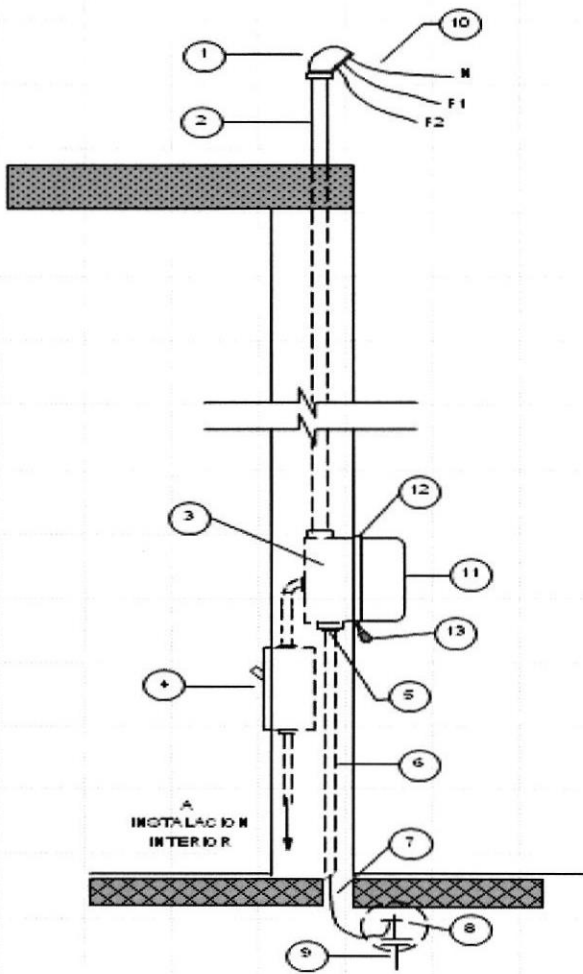
#### 4.1.4.- Cargas con protección hasta 175 Amperios.

Cuando la carga de un consumidor requiera de la protección de un disyuntor de ampacidad mayor a 70 amperios y hasta 175 amperios, la medición se hará por medio de un medidor auto contenido clase 200 tipos socket, en donde la acometida vendrá desde el tendido eléctrico que proporciona la empresa que da el servicio.

Diagrama unifilar típico de una medición en baja tensión hasta 175 amperios.

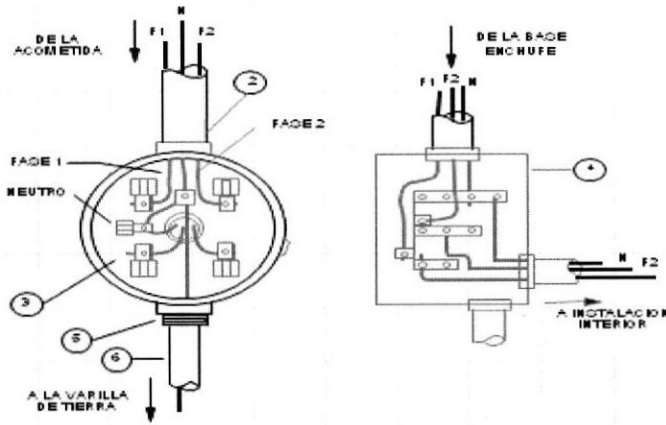


Detalle de los elementos utilizados en una medición de clasificación baja tensión con carga hasta 175 Amperios.



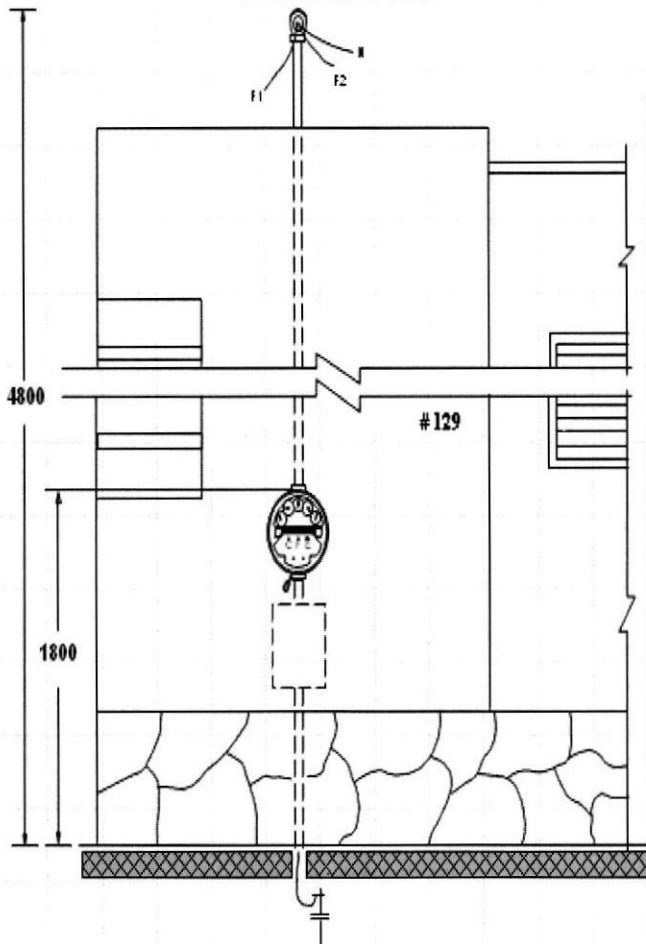
A CARGO DEL USUARIO	
1.	REVERSIBLE INTEMPERIE DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO
2.	TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD
3.	BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES CON QUINTA TERMINAL
4.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 30 AMPERES, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
5.	REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A 12,7 mm (1/2")
6.	TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12,7 mm (1/2") DE DIAMETRO
7.	ALAMBRE O CABLE DE COBRE CALIBRE 8.367 mm <sup>2</sup> (8 AWG) MINIMO
8.	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA
9.	VARILLA DE TIERRA PARA UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 25 OHMS
A CARGO DE LA EMPRESA QUE SUMINISTRA EL SERVICIO.	
10.	CABLE MULTIPLE DE ALUMINIO (2 + 1) DIRECTO HASTA LAS TERMINALES DE LA BASE SOCKET
11.	MEDIDOR TIPO ENCHUFE DE 15 AMPERES, 2 FASES, 3 HILOS, (F621)
12.	ARO PARA BASE ENCHUFE DE ACERO INOXIDABLE
13.	SELLOS DE SEGURIDAD

**Detalle de la conexión del medidor y la base socket con cargas hasta de 175amperios.**



2.	TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32 mm (1 1/4") DE DIAMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD
3.	BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES CON QUINTA TERMINAL
4.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 30 AMPERES, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
5.	REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A 12,7 mm (1/2")
6.	TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12,7 mm (1/2") DE DIAMETRO

**DETALLE DE ALAMBRADO DE LA BASE E INTERRUPTOR**

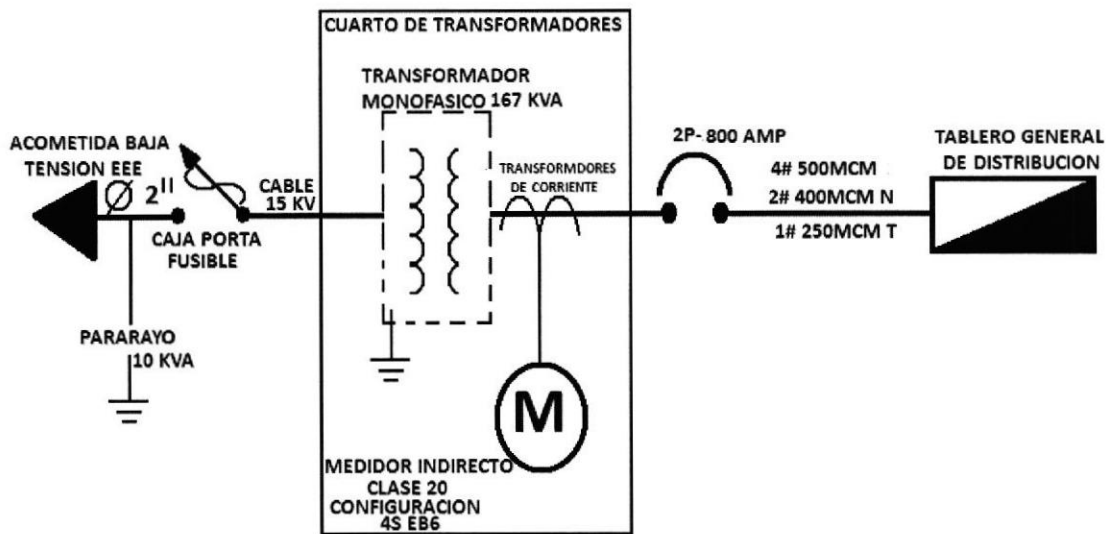


NOTAS:	
A.	LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR COMO MAXIMO A 30 METROS DEL POSTE DESDE EL CUAL SE DARA EL SERVICIO
B.	EL CONDUCTOR DEL NEUTRO DEBE CONECTARSE DIRECTO A LA CARGA SIN PASAR POR ALGUN MEDIO DE PROTECCION (TERMOMAGNETICO)
C.	LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBE ESTAR AL LIMITE DE PROPIEDAD, EMPOTRADA O SOBREPUESTA
D.	EVITAR QUE LA ACOMETIDA CRUCE OTRO TERRENO O CONSTRUCCION
E.	LA ALTURA DE LA MUFA O REVERSIBLE PARA RECIBIR LA ACOMETIDA ES DE 4800mm
F.	EL INTERRUPTOR ESTARA A UNA DISTANCIA DE 1000 mm DEL MEDIDOR MAXIMO
G.	MARCAR EL NUMERO OFICIAL DEL DOMICILIO EN FORMA PERMANENTE.

**4.1.5.- Cargas con protección de hasta 1000 Amperios. Método de instalación en baja tensión con medición de tipo indirecta.**

Cuando la carga de un consumidor requiera de la protección de un disyuntor de ampacidad mayor de 175 amperios y hasta 1000 amperios, la medición se hará utilizando medidores indirectos clase 20, tipo socket con transformadores de corriente.

La medición en baja tensión se efectuará en forma directa utilizando medidores auto contenido y en forma indirecta utilizando transformadores de corriente.



**4.2.- Medición en media tensión.**

Las mediciones eléctricas también se realizan en media tensión a niveles de volta de 7620 volts y de 13200 volts cuando la carga o demanda del cliente lo necesite, para este tipo de instalación existen las mediciones en media tensión.

Toda medición en media tensión es de clasificación de las mediciones indirectas.

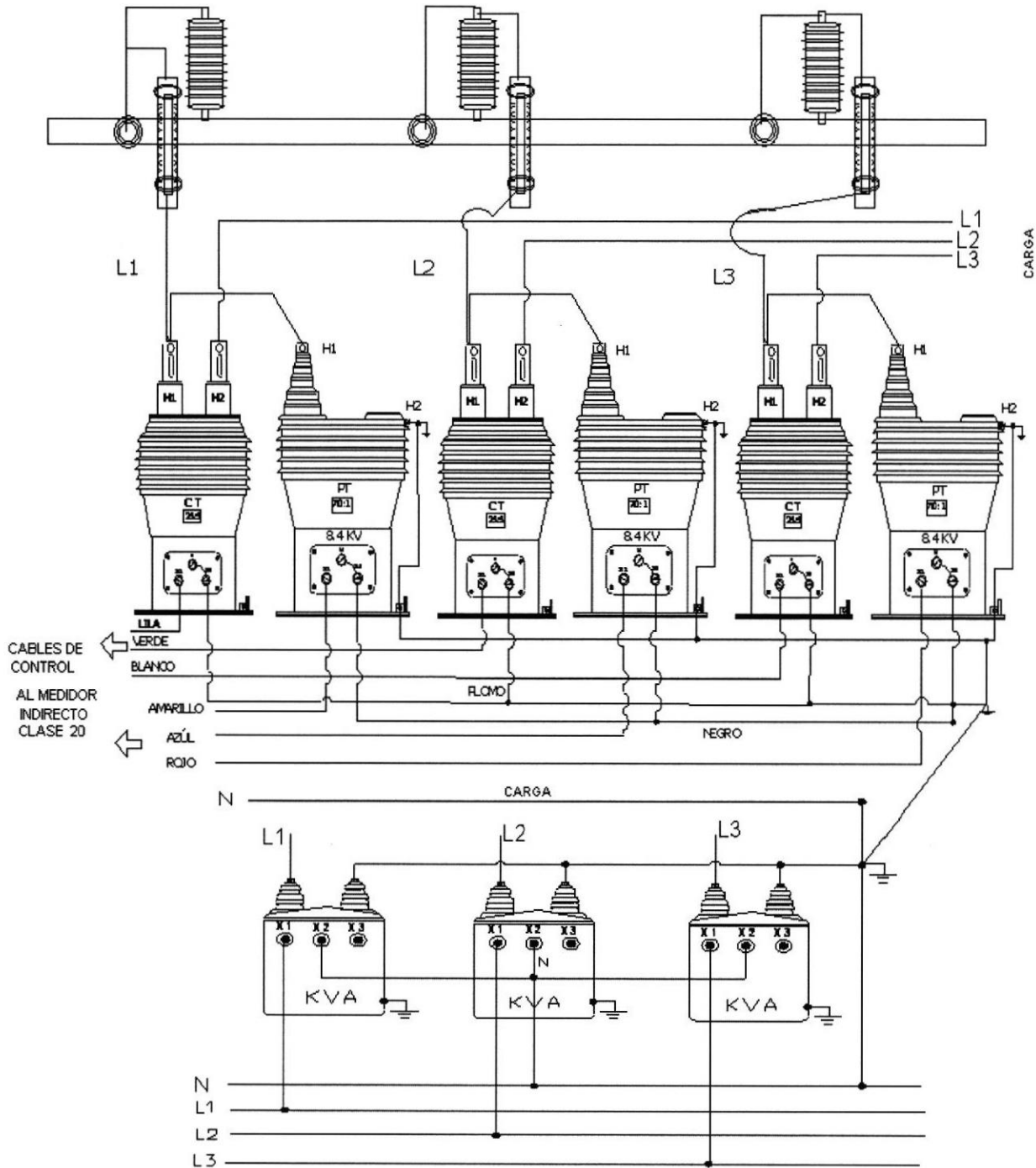
**4.2.1.- Descripción de las mediciones en media tensión.**

La medición en media tensión se efectuara cuando las demandas sean superiores a los 300 kilovatios (800 amperios) e inferior a 1000 kilovatios.

El equipo de medición será instalado en un poste que contenga la línea primaria aérea de distribución o en cuarto de transformadores, previa aprobación de la empresa que presta el servicio de energía eléctrica, para lo cual se utilizara transformadores de potencial y de corriente además del medidor adecuado, todo esto se verá en el capítulo de las mediciones indirectas.



Se suministrara un equipo de medición en media tensión para demandas menores a 300 kilovatios por razones técnicas especificadas en el proyecto eléctrico y por previa aprobación y disposición de la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.



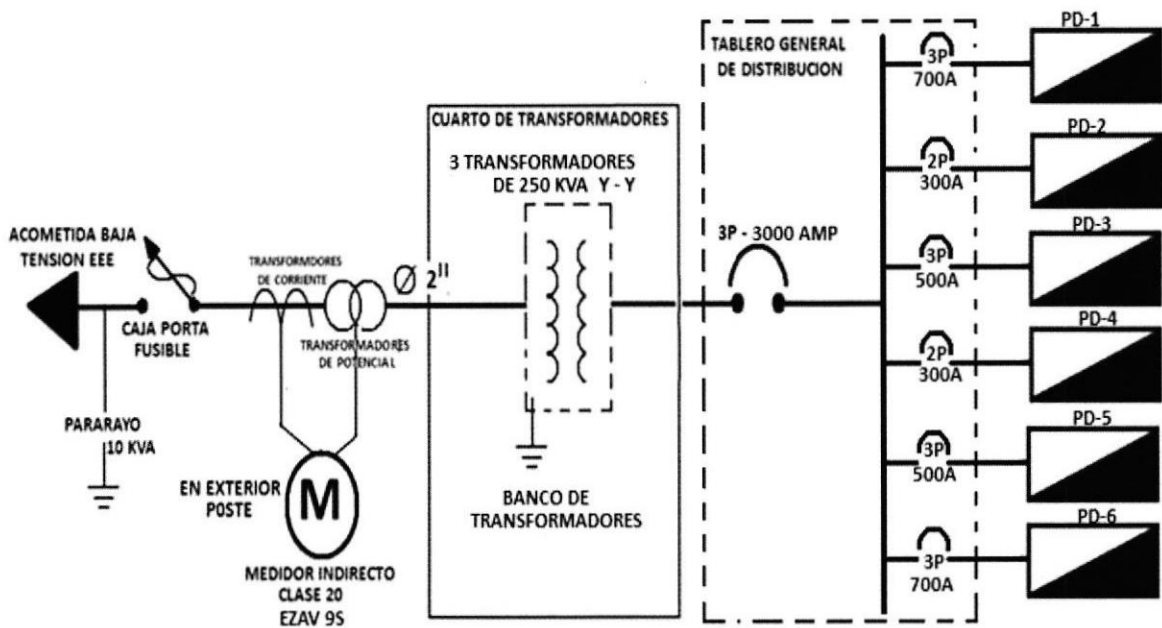
(Imagen típica conexión para medición indirecta trifásica en media tensión)

**4.2.2.- Tipos de mediciones en media tensión.**

Los tipos de medición en media tensión son: de tipo exterior del predio o proyecto eléctrico en donde se va a ejecutar la medición, los TC y TP van fuera del proyecto en medición van en poste y de tipo interior en donde los elementos de medición indirecta como los TC y TP van en el interior de predio donde se ejecuta el sistema de medición.

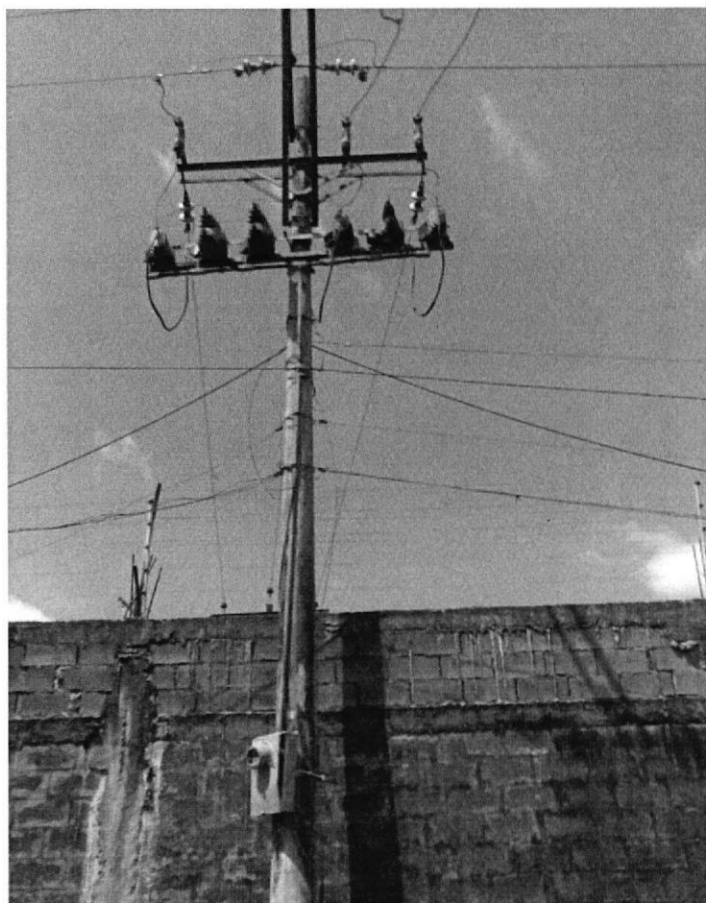
**4.2.3.- Medición en media tensión externa.**

Se realiza la colocación de la medición en el exterior en los postes propiedad de la empresa ya sea que estos estén siendo utilizados en la distribución de la energía eléctrica o sean postes previamente instalados para llegar al destino del proyecto a medir.



Los postes que soporten el equipo de medición en media tensión contendrán también el modulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura de 1.8 metros a nivel del piso, protegido contra aguas de lluvia por medio de una cubierta o techo.

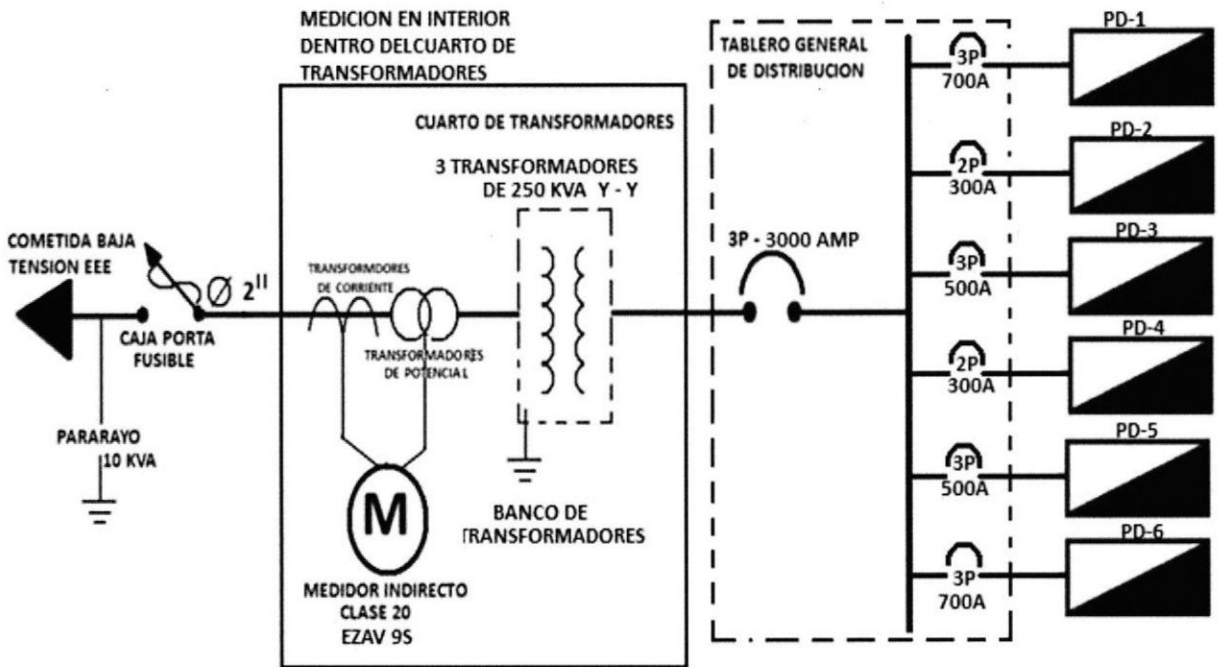
Cuando la alimentación en media tensión se la realice por medio de un primario particular, el equipo de medición se instalara en el primer poste ubicado dentro del predio, el mismo que se colocara a una distancia máxima de 7 metros, medidos desde las líneas de cerramiento y se preverá una estructura de doble retención en dicho poste El medio de protección y seccionamiento, es decir las cajas porta fusibles o velas de protección de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de la empresa.



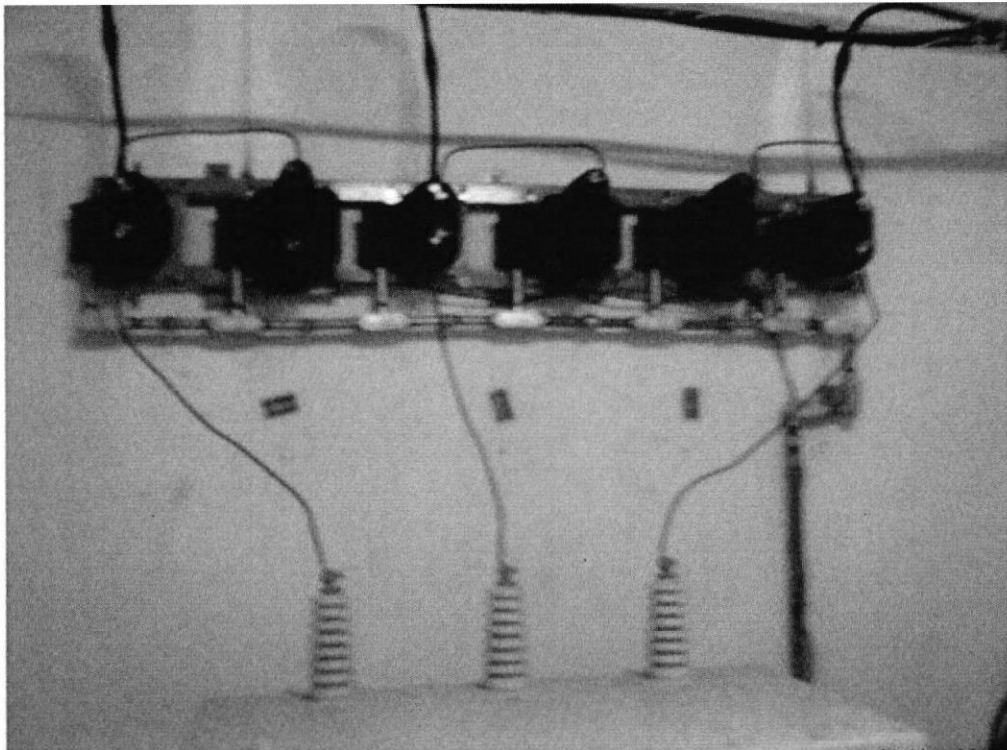
(Imagen típica de una medición indirecta en media tensión en el exterior del proyecto eléctrico en medición)

**4.2.4.- Medición en media tensión interna.**

En los cuartos de transformadores que contengan equipos de medición en media tensión, el modulo individual del medidor deberá instalarse en el lado exterior de una de sus paredes y a una distancia tal, que el recorrido lineal de la trayectoria de la canalización e conductores de señal del equipo de medición no exceda de 8 metros.



El medio de protección y seccionamiento, es decir, la caja porta fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano del predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de la empresa que suministre el servicio de energía eléctrica.



(Imagen típica de una medición indirecta en media tensión en interior, encontramos que los TC y TP se encuentran dentro del cuarto de transformadores)

# **CAPITULO 5**

## **CLASIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS POR EL TIPO DE MEDICIÓN. MEDICIÓN DIRECTA**



## **5.- Clasificación de las mediciones eléctricas por el tipo de medición (directa o indirecta)**

### **5.1.- Medición directa**

A continuación se detallara todo lo que tenga que ver en una medición de tipo directa que es cuando la acometida del servicio de energía eléctrica pasa directamente por el medidor que registra la energía consumida por proyecto eléctrico en medición.

#### **5.1.1.-Estudio y conocimiento de los elementos de una medición directa.**

Se detalla el estudio de los elementos que conforman las mediciones directas así como se dará a conocer las conexiones y su descripción.

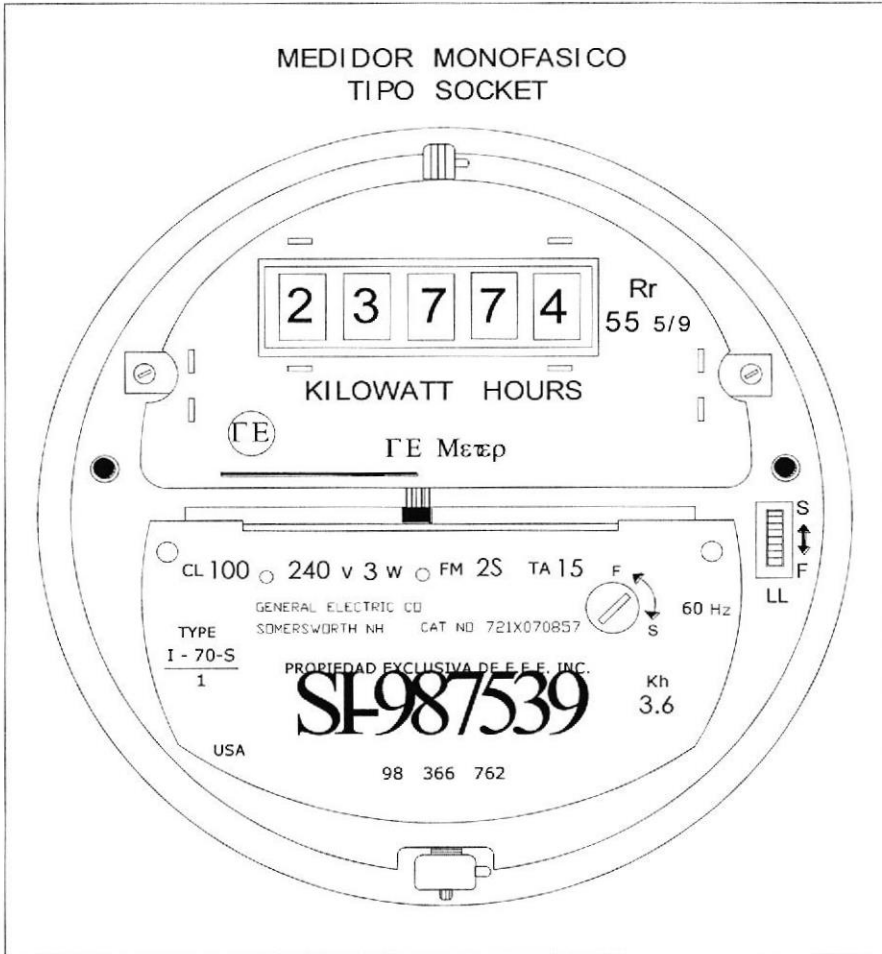
También se da a conocer hasta donde llega una medición directa es decir hasta que condiciones de la instalación de un proyecto se necesita o es necesario una medición directa.

#### **5.1.2.- Componentes principales de un medidor monofásico.**

Es necesario describir los componentes y el funcionamiento del medidor monofásico ya que este al medir la energía mecánicamente está realizando una operación matemática llamada la integral. **Porque lo que hace es integrar la potencia en función del tiempo.**

#### **5.1.3.- Concepto y definición del medidor de corriente alterna para su aplicación.-**

Es un dispositivo eléctrico de medición de potencia eléctrica en el que un elemento de rotor gira a una rapidez proporcional al flujo de potencia consumida, y acciona un dispositivo de registro sobre el cual se lee el consumo de energía. Este medidor emplea el principio del motor de inducción (porque gira en torno a la energía consumida). La unidad de medida es el watt-hora que es la energía consumida durante una hora cuando la potencia (tasa de consumo) es de 1 watt.

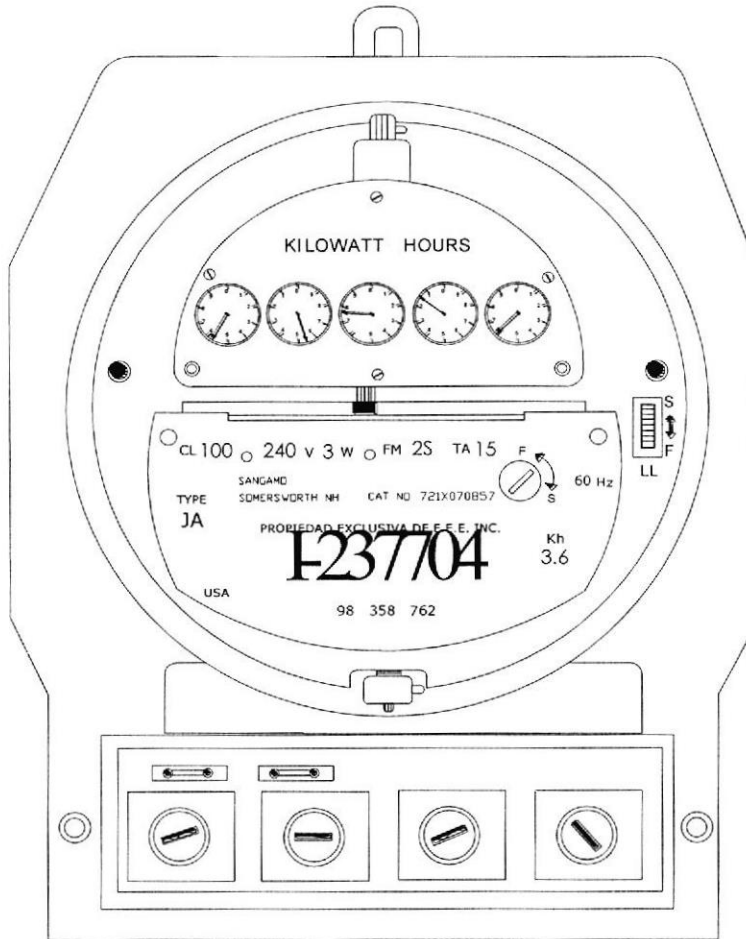


(Imagen típica de un medidor monofásico tipo socket de registro mecánico)

El contador o medidor es un dispositivo que mide la energía total consumida en un circuito eléctrico doméstico. Es parecido al vatímetro, pero se diferencia de éste en que la bobina móvil se reemplaza por un rotor. El rotor, controlado por un regulador magnético, gira a una velocidad proporcional a la cantidad de potencia consumida. El eje del rotor está conectado con engranajes a un conjunto de indicadores que registran el consumo total en vatios por hora.



MEDIDOR TIPO A



(Imagen típica de un medidor de registro mecánico de lectura de manecillas)

Los Medidores eléctricos, son instrumentos que miden magnitudes eléctricas, como intensidad de corriente, carga, potencial, energía, resistencia eléctrica, capacidad e inductancia. El resultado de estas medidas se expresa normalmente en una unidad eléctrica estándar: amperios, culombios, voltios, julios, ohmios, faradios o henrios.

**5.1.4.- Principales componentes de los medidores.**

Todos los elementos que constituyen el medidor cumplen funciones específicas y son de mucha importancia para el correcto funcionamiento y sus aplicaciones. Así tenemos elementos como: la tapa de vidrio, bobina(s) de corriente, bobina(s) de potencial, imanes Frenadores, disco de aluminio, suspensión magnética, ajustes de calibración, registros o esfera, placa de arranque, placa característica de datos, base de soporte, estator, etc.



**A).- La base** del medidor puede ser de tipo socket y de tipo "A" se constituye de una pieza de material resistente de aleación de aluminio en el cual se montan el armazón, caja de bornes y la tapa. El de base tipo socket tiene fijados los terminales para acoplar el contador.

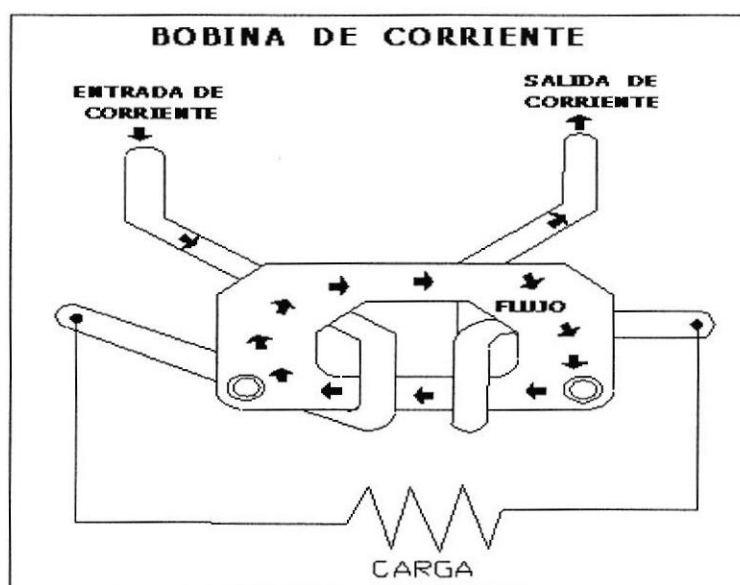
Hay varias clases de base tipo socket como: la monofásica clase 100, 200, de 4 terminales, 5 terminales, base trifásica clase 100, 200, de 7 terminales, clase 20 de 5, 6, 13 terminales para medición indirecta, etc.

**B).- Los bornes ó terminales** del medidor se agrupan sobre una pieza aislante de alta resistencia que permite la conexión de conductores rígidos para asegurar un buen contacto eficaz y duradero entre el medidor y la red.

**C).- El armazón** es la parte sobre la cual se monta el equipo motor, el equipo móvil, el registro y el imán de freno. Este armazón a su vez está adherido a la base del medidor.

**D).- La tapa** del medidor está constituida parcial o totalmente por un material transparente, generalmente de vidrio el cual permite observar el movimiento del disco y facilitar la lectura del registro.

**F).- Bobinas de corriente.**- Las bobinas de corriente están conectadas en serie con la línea, y están devanadas solo en pequeño número de vueltas y son de alambre grueso, estas bobinas llevan toda la corriente de carga. El campo magnético creado por la bobina de corriente está aproximadamente en fase con la corriente de línea. La sección o área está sobredimensionada para disminuir la disipación de potencia, ya que la disipación de la potencia varía de acuerdo al tipo de medidor y la corriente nominal del medidor. Debido a las escasas vueltas de estas bobinas éstas tienen baja inductancia y baja impedancia.

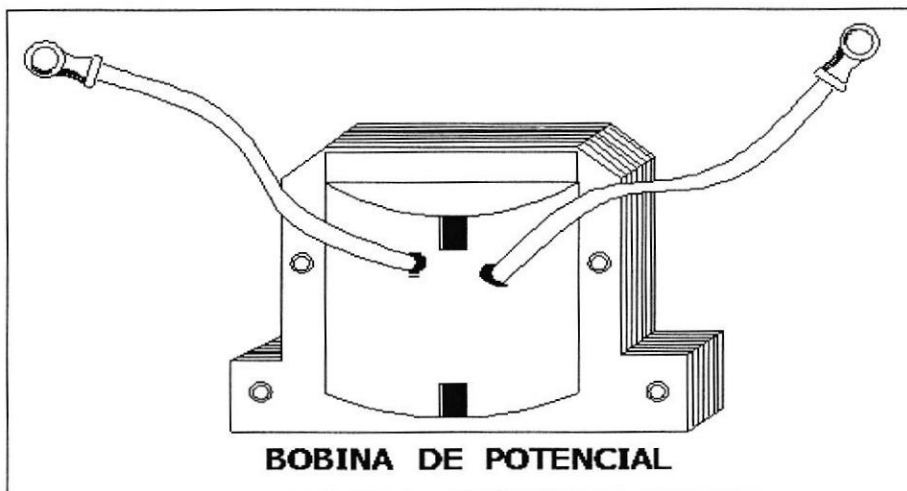


**G).- Bobinas de potencial.-** La bobina de potencial está conectada en paralelo directamente a través de la línea, está compuesta de un gran número de vueltas de alambre delgado. Esta bobina es la encargada de transportar el voltaje de la red para crear un determinado campo magnético.

El campo magnético creado por la bobina se atrasa al voltaje debido a la alta reactancia del circuito, es decir tiene una considerable resistencia ohmica. Esta bobina posee un buen aislamiento, ya que se la construye intercalando diferentes tipos de aislamiento (caucho, papel, barniz, etc.) que recubren las capas de hilos, con la cual se evita eventuales cortocircuitos entre las capas superpuestas.

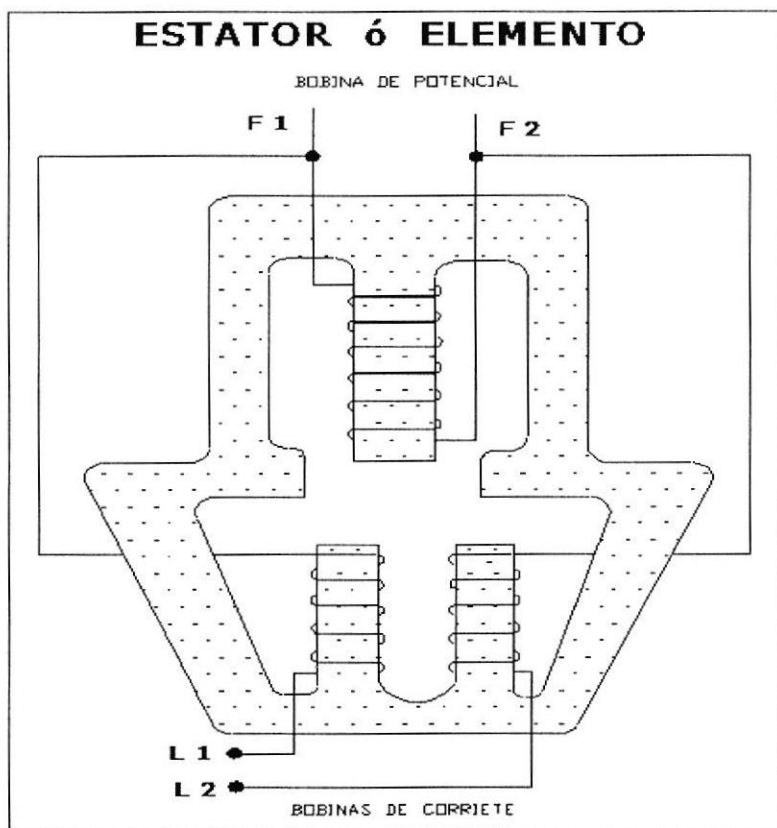
Debido a las múltiples vueltas esta bobina de potencial tiene elevada impedancia e inductancia, y por consiguiente la corriente a través de la misma se retrasa con relación al voltaje aplicado por casi  $90^\circ$ .

Un pequeño disco de cobre, actúa como blindaje, cuando es colocado sobre el núcleo del polo de la bobina de potencial y dotado de un soporte ajustable, este elemento de cobre facilita la creación de una cupla motriz a través del disco para contrarrestar fricción estática y provee al mecanismo del medidor de un pequeño ajuste de carga.



**H).- Estator o elemento de un medidor.-** El conjunto que lo conforma la bobina de corriente y la bobina de potencial enrolladas sobre una armadura o núcleo de hierro laminado de forma adecuada para suministrar la distribución deseada del flujo magnético se denomina estator o elemento. La función del electroimán o elemento electromagnético es actuar sobre el disco, en proporción a la potencia del circuito, sea cual sea la variación de corriente, voltaje, factor de potencia, frecuencia y temperatura.

El electroimán es excitado por un circuito potencial, es decir por bobina de voltaje y corrientes con el objetivo de que responda tanto al voltaje y a la corriente.

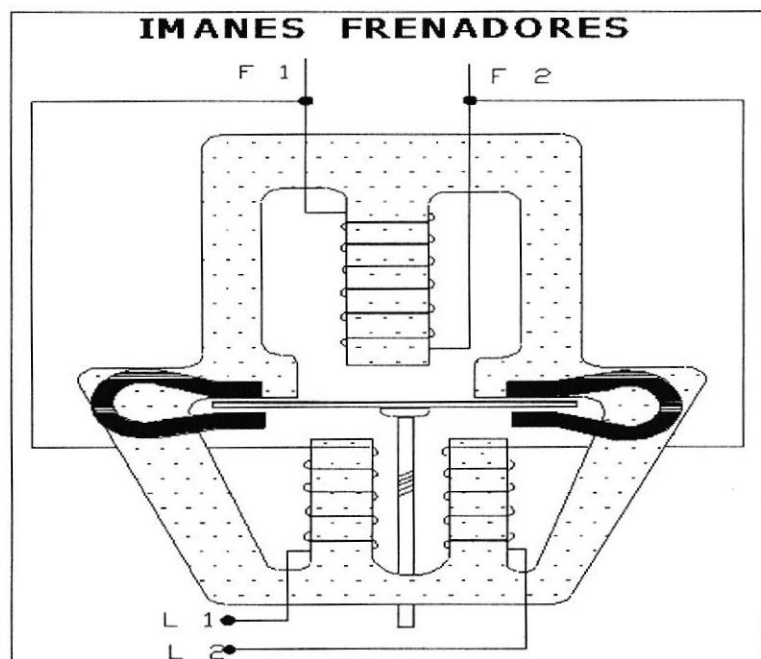


1).- **Imanes frenadores.**- Esto consiste en el sistema de registro de frenos magnéticos, el cual consta de uno o dos imanes permanentes cuyo propósito es proporcionar una función reguladora con respecto a la velocidad del disco, el cual es necesario para impedir que gire muy rápidamente cuando el flujo magnético está haciendo girar al disco.

El electroimán y el imán permanente son dos elementos importantes del medidor debido a que de ellos depende gran parte del comportamiento del medidor. La prolongada exactitud de un medidor depende principalmente del imán permanente.

El imán permanente debe de conservar su magnetismo, ya que cualquier pérdida de éste por su envejecimiento en el servicio de uso, será una de las causas de que el medidor registre un alto consumo, debido a que el disco se embale.

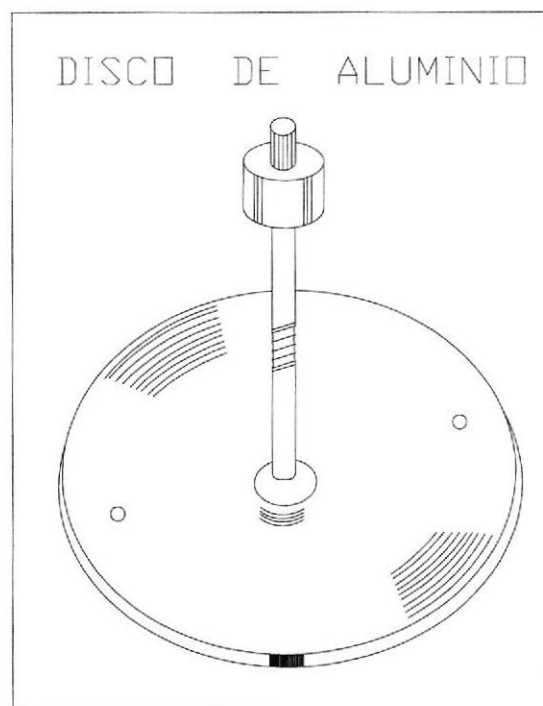




Estos imanes son ajustables, los imanes Frenadores proveen la cupla motriz opuesta o de carga, contra la cuál el disco de aluminio debe obrar al girar. Esta carga opuesta puede ser variada, desplazando los imanes radialmente con relación al disco; desplazándolos hacia el centro del disco aumenta la velocidad del mismo, mientras que colocando los imanes más cerca de la periferia del disco, retarda su velocidad de rotación.

**J).- Disco de aluminio (rotor).**- El disco constituye la parte rotatoria del motor que opera en el tren de engranajes. Este disco está diseñado de una pieza delgada de aluminio de aproximadamente un espesor no mayor de 1.5 mm., debido a su peso liviano. Cuando el electroimán actúa sobre el disco para hacerlo dar vueltas, su eje tiene en algunos casos un mecanismo de engranaje y en otros casos un tornillo sin fin que ponen en movimiento a la primera rueda dentada del conjunto de engranajes y así de esta manera registrar el número de revoluciones del disco.

El disco de aluminio gira cuando se produce el torque de accionamiento, en la mayoría de los medidores, el disco tiene estampado sobre su circunferencia una escala, la cual tiene la finalidad de facilitar la prueba del medidor. El total de la energía suministrada a la carga, es proporcional al número de revoluciones del disco.



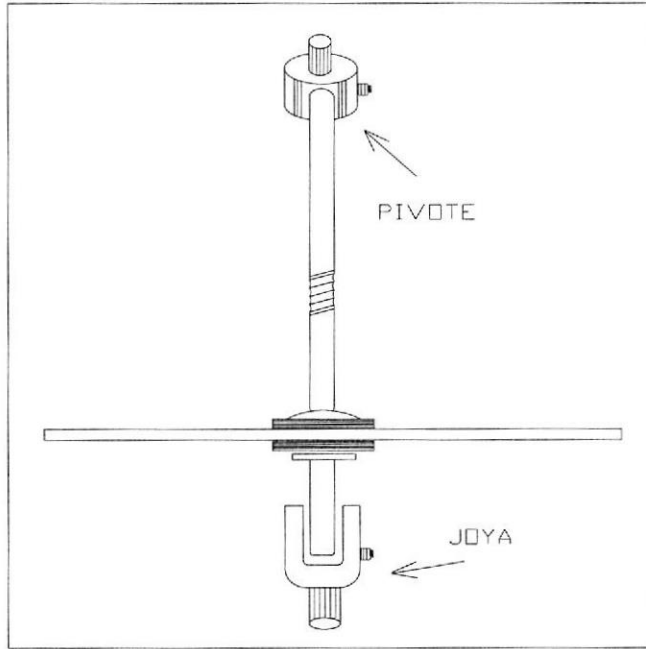
Debido al momento de torsión de arrastre (sólo sobre el voltaje) se cortan dos hoyos o ranuras de antiarrastre en el disco, en forma opuesta diametralmente. El disco de aluminio se encuentra apoyado sobre la joya y el pivote por intermedio de una suspensión magnética, el cual permite que el disco se encuentre suspendido en el aire girando libremente sin fricción ni rozamiento. Los hoyos restringen las corrientes parásitas en el disco por el flujo del voltaje y provocan que el disco se detenga en una posición de acoplamiento mínimo entre la trayectoria conductora en el mismo y en el campo de flujo. Este elemento constituye el rotor que va a girar a la rapidez proporcional al flujo de potencia y permitirá por medio de engranajes diseñados el registro de la energía consumida.

**K).- Suspensión magnética (joya y pivote - cojinetes).**- El rotor está apoyado sobre un elemento de suspensión magnética o llamados también cojinete superior o pivote y el cojinete inferior o joya.

Estos elementos permiten que el disco se mantenga suspendido y gire libremente libres de algún rozamiento o fricción. La joya acciona a las fuerzas verticales y el pivote a las fuerzas laterales.

Los errores por fricción en el medidor se origina siempre en los cojinetes, por lo que, los diseñadores ponen bastante cuidado en su fabricación y construcción. En todos los elementos de suspensión se trata de disminuir la presión que ejerce al rotor sobre el cojinete inferior.

Existe fricción en los cojinetes del rotor, el tren de engranajes y el registrador del medidor, el cual tiende a hacer más lenta la rotación del disco.



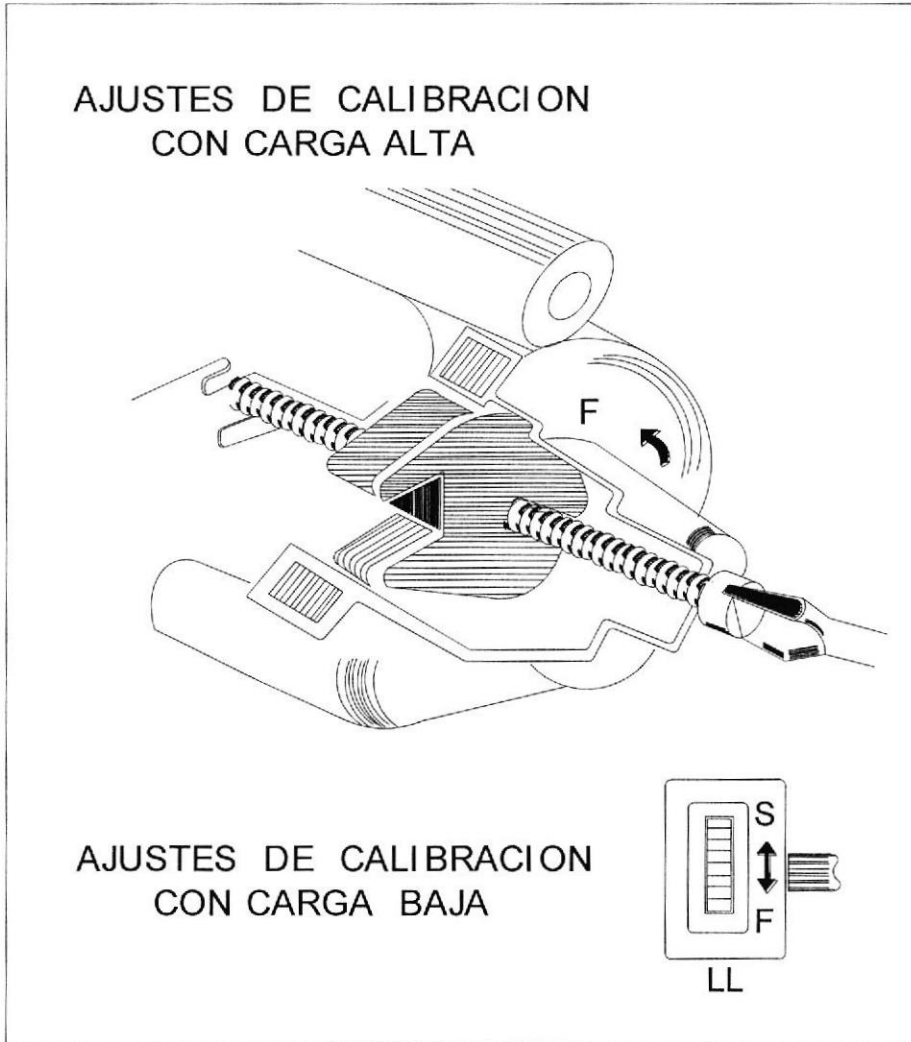
**L).- Ajustes de calibración.-** Estos ajustes se llevan a cabo por lo general a carga ligera y máxima. La posición de la placa de compensación de carga ligera puede cambiarse con tornillos colocados de modo conveniente, y la velocidad de carga ligera se ajusta en esta forma hasta corregirse.

El ajuste de velocidad a carga máxima se efectúa corriendo los imanes de retardo con respecto al eje del disco o derivando el flujo mediante una tira móvil de hierro dulce. El ajuste del retardo o del factor de potencia se realiza en fábrica.

Los ajustes de calibración permiten que la velocidad del disco sea la correcta, permitiendo estos ajustes mantener un correcto porcentaje de calibración para que el medidor funcione en condiciones óptimas de registro.

Los ajustes se los realiza con carga mínima LL (Light Load) y con carga máxima FL (Full Load) y se las ajusta hasta obtener el porcentaje deseado que es un 100%.

El ajuste con carga mínima es generalmente obtenido para añadir un control de torque.

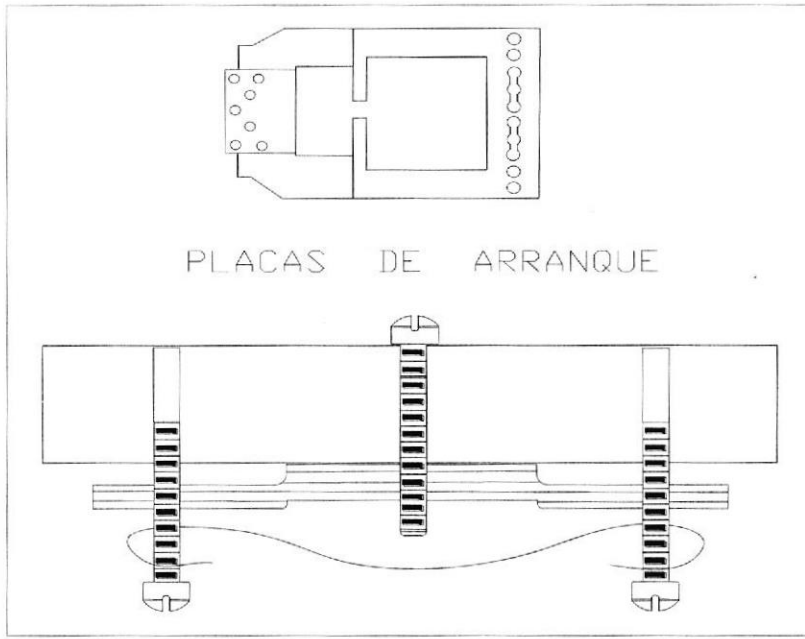


**M).- Placa metálica (placa de arranque).**- Esto corresponde a un momento de torsión activo controlado con un lazo o placa de polo de sombra en el entrehierro del disco, para que reaccione con flujo de voltaje.

La posición de esta placa se ajusta en forma tangencial, de modo que el momento de torsión activo que produce por su efecto de sombra sea constante, siempre que el voltaje de línea sea constante.



Su efecto sobre el registro del medidor es inversamente proporcional a la corriente de la línea, y es despreciable a grandes cargas, en tanto que contrarresta el efecto de fricción y lleva el registro a su valor correcto para cargas ligeras.



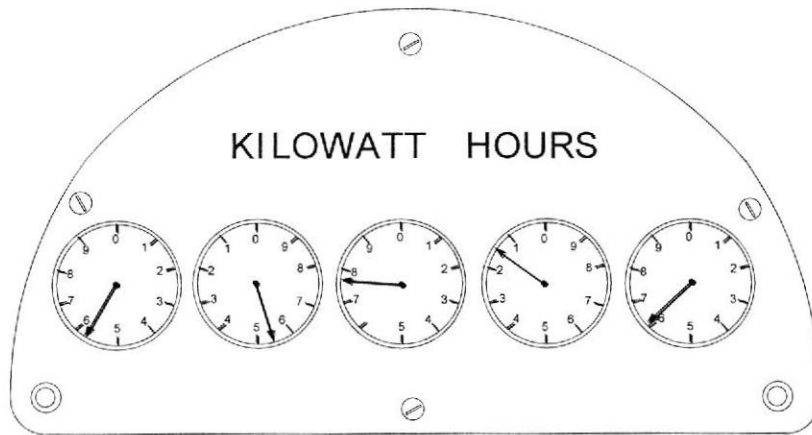
**N).- Registros o esferas.-** El registro consta de un conjunto de engranajes que suman o acumulan el número de revoluciones dadas por el disco proporcionalmente a la energía suministrada por el abonado.

Calibrando estos engranajes, se puede hacer que indique la cantidad de energía que pasa por el circuito. Muchos de los registros tienen cuatro, o cinco diales que se encuentran engranados entre sí.

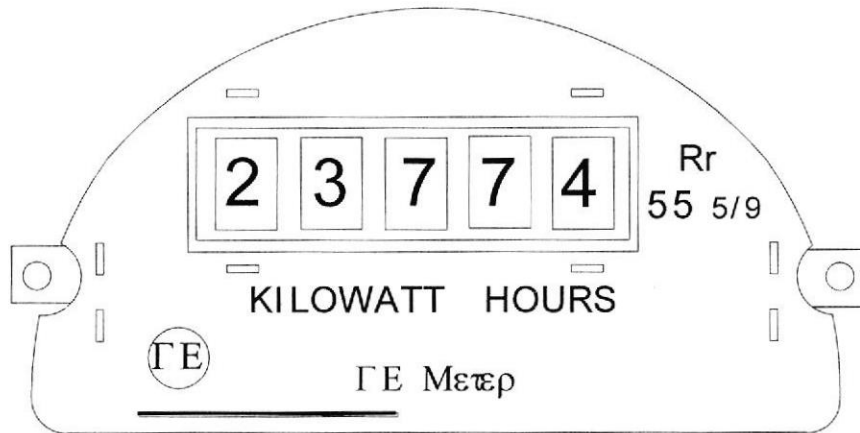
Todos los registros están diseñados de tal manera que la lectura no se repita durante un período de facturación y su lectura está determinada por unidades de Kwh. Cuando un abonado excede de los 4 diales, es decir, 9999 Kwh. Se le deberá instalar un registro de 5 diales, es decir, 99999 Kwh.

Hay registros de tambor o ciclométrico y el registro de agujas, hay que tener cuidado con el sentido de las direcciones de las agujas ya que van en sentido distintos.

Los registros ciclométricos o esferas tienen un mecanismo, en el cual, se engrana con el tornillo sin fin del disco y permite registrar el consumo por medio de engranajes diseñados de acuerdo al tipo de medidor.



REGISTRO DE MANECILLAS



REGISTRO CICLOMÉTRICO

Ñ).- Placa característica de datos.- Representa los datos técnicos de información en la cual está diseñado el medidor, en esta placa se determinan datos como:

- Clase del medidor.
- Voltaje de operación.
- Cantidad de conductores o hilos.
- Tipo de medidor.
- La forma del medidor.
- La marca.
- Amperaje de prueba.
- Constante de Watío-hora (Kh).
- La frecuencia de trabajo.

- El número del fabricante.
- El número del medidor.
- EL Rr en algunos medidores
- El número de catálogo en algunos medidores.
- Propiedad Exclusiva del Medidor.

PLACA CARATERISTICA DE DATOS MONOFASICO



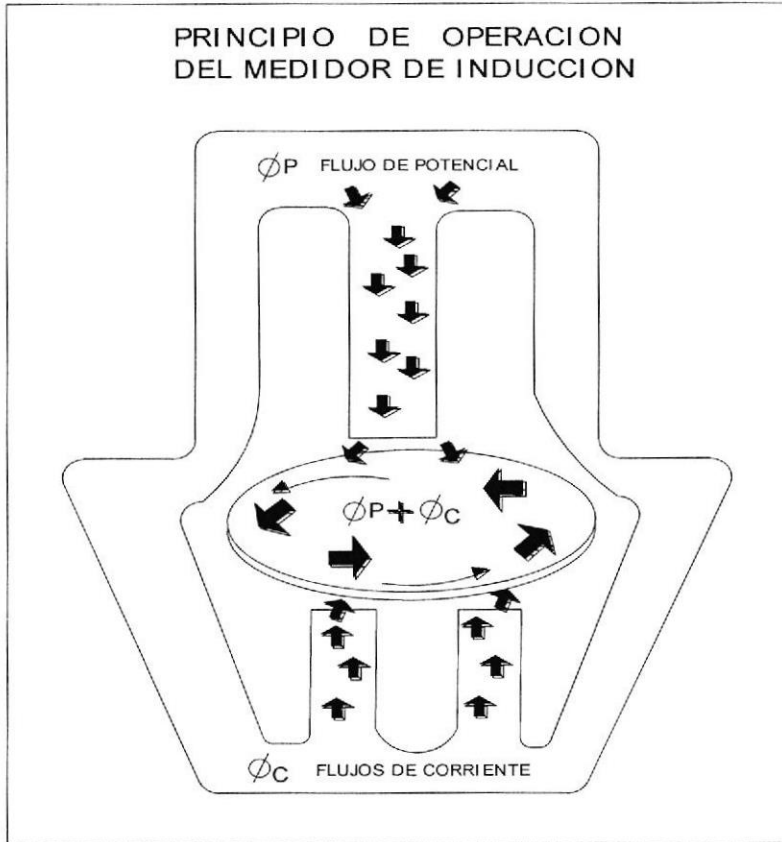
5.1.5.- Principio de operación del medidor

Para interpretar la manera del funcionamiento del medidor de inducción electromagnética, es necesario comprender como es generada la fuerza F que causa la rotación del disco de aluminio en el sentido de rotación de las agujas del reloj. Todo esto se basa en la reacción de las corrientes inducidas sobre un campo magnético giratorio, actuando sobre el disco móvil y creando un par motor. La bobina de potencial, conectada a través de la carga, está compuesta de gran número de vueltas de alambre relativamente delgado, y se encuentra colocada sobre un polo de la armadura y hierro laminado, que forma una parte del circuito magnético.

Debido a las múltiples vueltas esta bobina potencial tiene elevada impedancia e inductancia, y por consiguiente la corriente a través de la misma se retrasa con relación al voltaje aplicado por casi 90°. Las dos bobinas de corriente, conectadas en serie con la carga, están compuestas de pocas vueltas de alambre relativamente grueso y estas dos bobinas van colocadas sobre los dos polos restantes de la armadura que forma el total del circuito magnético. Debido a las escasas vueltas de estas bobinas, éstas tienen baja impedancia e inductancia.

La disposición del disco de aluminio, las tres bobinas (una de potencial y dos de corriente), y uno de los imanes de freno, con respecto a la armadura de hierro laminado se aprecian en gráficas anteriores.

En la siguiente gráfica se aprecian las corrientes parásitas que se producen en el disco de aluminio, indicando la dirección instantánea de las mismas, como también la dirección instantánea del flujo magnético total a través del disco.



Se producen dos flujos electromagnéticos; un flujo por la bobina de potencial y el otro flujo por la bobina de corriente, ambos flujos magnéticos están cambiando de estado a la velocidad máxima, fluyen hacia la periferia del disco donde se indica una fuerza resultante que obra sobre las dos áreas y tiende a hacerlo girar en dirección de las agujas del reloj. Las corrientes inducidas, producidas por la bobina de potencial, se encuentran a  $90^\circ$  fuera de fase con respecto a las bobinas producidas por las bobinas de corriente, cuando el factor potencial de carga es unidad. La cupla motriz desarrollada en el disco es proporcional a la carga real suministrada a la carga a través de la línea, por consiguiente el número de revoluciones por minuto es proporcional a la energía suministrada a la carga (placa de arranque).

Por lo tanto el total de energía suministrada a la carga, es proporcional al número de revoluciones del disco. Un pequeño disco de cobre actúa como blindaje, cuando es colocado sobre el núcleo del polo de la bobina de potencial y dotado de un soporte ajustable, este disco de cobre facilita la

creación de una cupla motriz para contrarrestar fricción estática y provee al mecanismo del medidor de un pequeño ajuste de carga.

**5.1.6.- Formas de los medidores.-** la forma de los medidores es la configuración interna del medidor, es decir, es la disposición física de las bobinas de corriente y potencial, de cómo están diseñadas y conectadas internamente en los diferentes tipos de medidores.

**5.1.7.- Significado de las letras de los medidores.-** la(s) letra(s) del medidor representa la simbología del significado de los diferentes tipos de diseño de los medidores, para su correcta aplicación y fácil interpretación dentro del sistema eléctrico utilizado en la empresa.

LETRA	SIGNIFICADO
S	TIPO SOCKET
O , D	CLASE 100 A 120 VOLTIOS-TIPO BASE A
I	CLASE 100 A 120/240 VOLTIOS
L , P	CLASE 200 A 120/240 VOLTIOS
Y	SISTEMA ESTRELLA 120/208 VOLTIOS
Z	SISTEMA TRIFÁSICO
M	MECANISMO O SISTEMA DE DEMANDA
H	SISTEMA HÍBRIDO(combina ción mecánica y electrónica)
E	ELECTRÓNICO
V	POLIVOLTAJE O MULTIVOLTAJE
A , B	MEDICCIÓN INDIRECTA
R	REACTIVO

**5.2.- Conexiones de las mediciones directas.**

Para la correcta colocación del medidor por parte de la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica es necesario que todo profesional eléctrico encargado de realizar el proyecto eléctrico y las conexiones del mismo conozca sobre los distintos tipos de conexiones en medición directa para los diferentes tipos de servicios requeridos a nivel de voltaje en baja tensión.

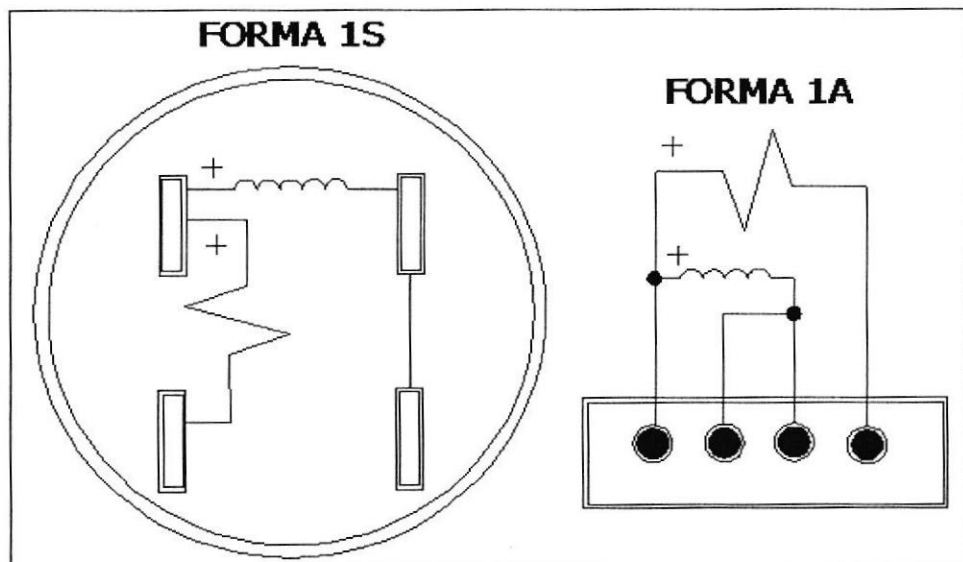
**5.2.1.- Esquemas y conexiones de las formas.**

Se describen las diferentes formas de conexión de manera esquemática de las bobinas de corriente y potencial y la correcta instalación en el sitio de aplicación.

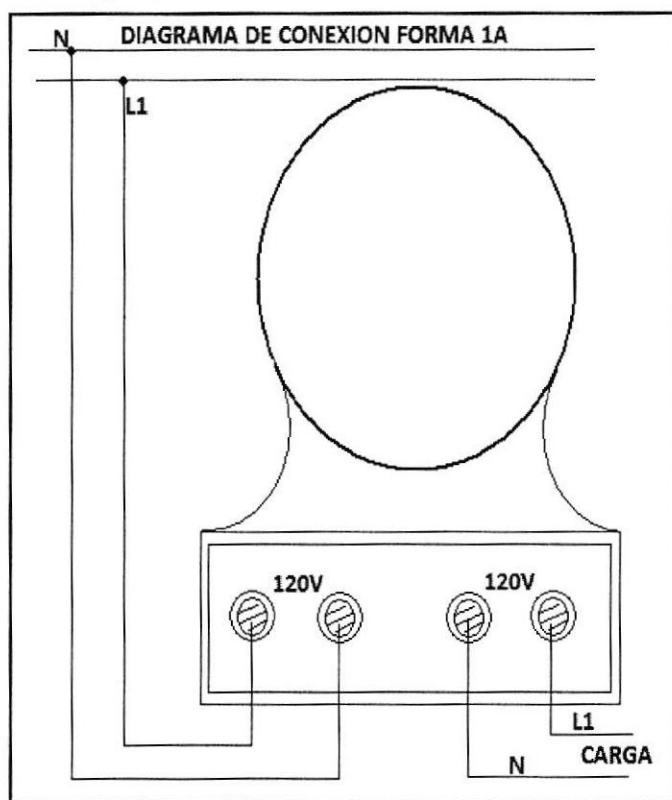
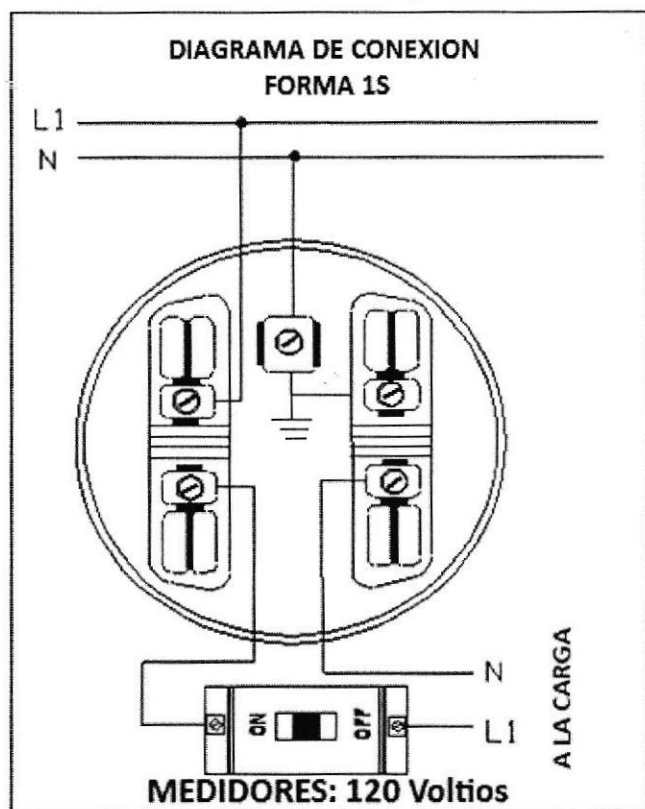
**5.2.2.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 1S 1A.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 1S Y 1A para servicio de acometida directa monofásica en baja tensión de 120 voltios 2 hilos, con base clase 100. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración

de medidores tipo A – D – O para medidores de forma 1A y SO para medidores de forma 1S, y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket.



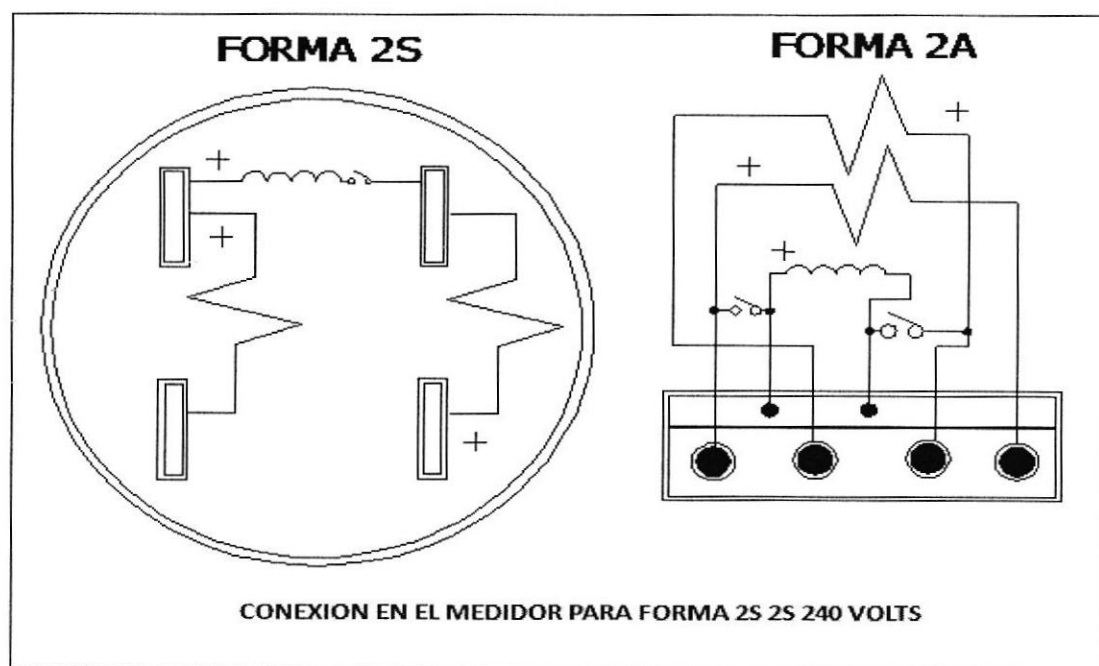
Conexión del lugar de ubicación de la forma 1S y 1A para servicio de 120 V.



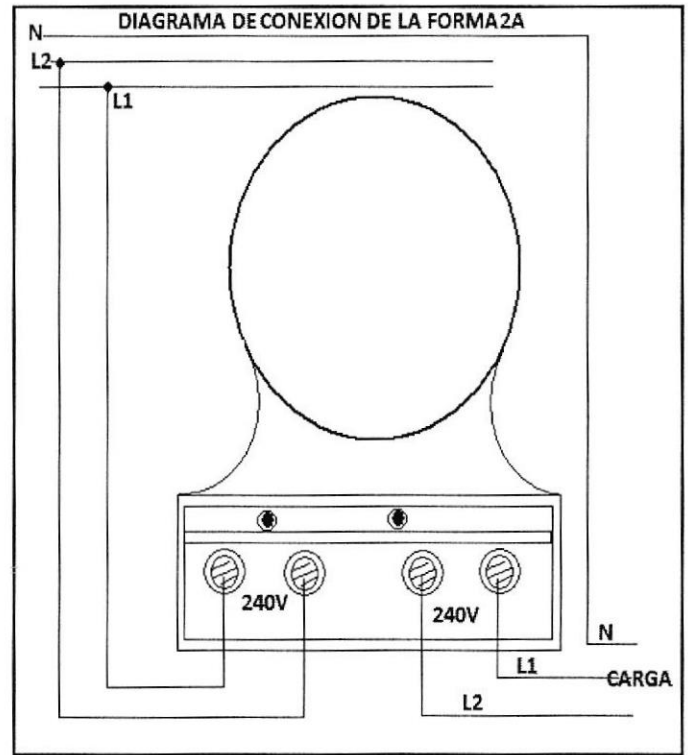
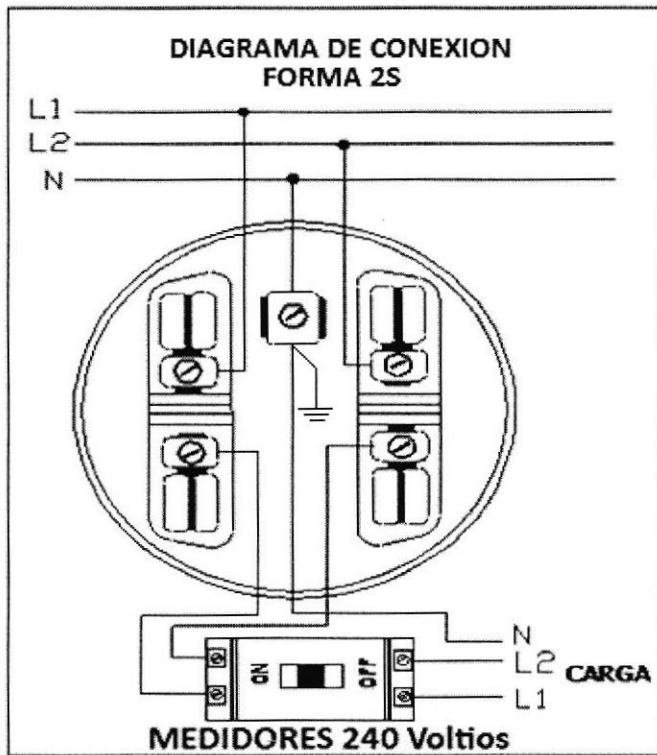
**5.2.3.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 2S y 2A.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 2S Y 2A para servicio de acometida directa en baja tensión de 240 voltios 3 hilos monofásica. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración 2A medidores I – L – P - J – K y 2S para medidores SI – SL – EL – SLM – SLH, y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket.

**Conexión de la forma 2S y 2A en el medidor con sus bobinas de potencial y de corriente.**



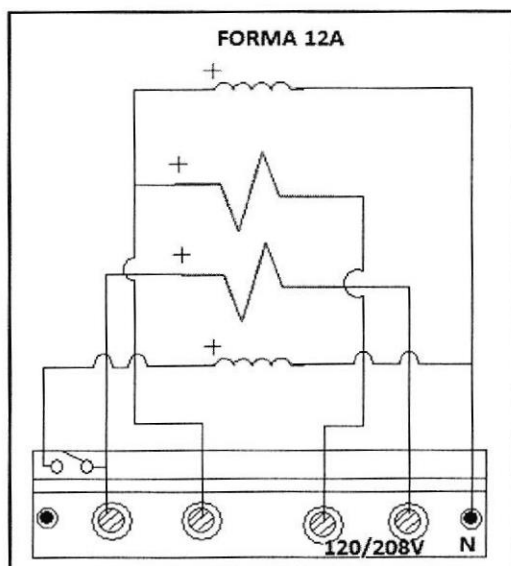
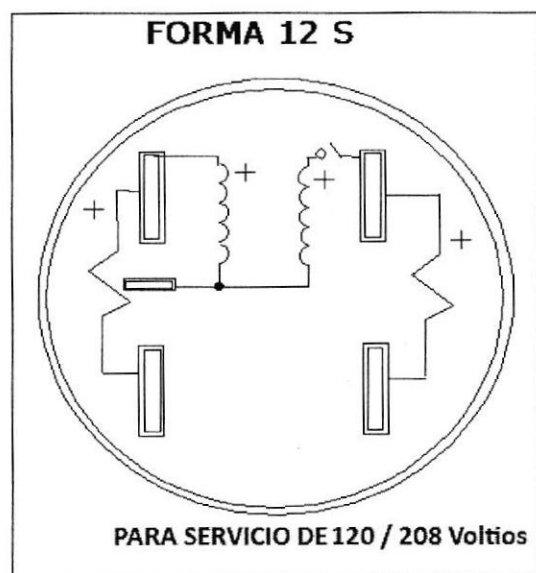
Conexión del lugar de ubicación de la forma 2S 2A para servicio de 240 V.



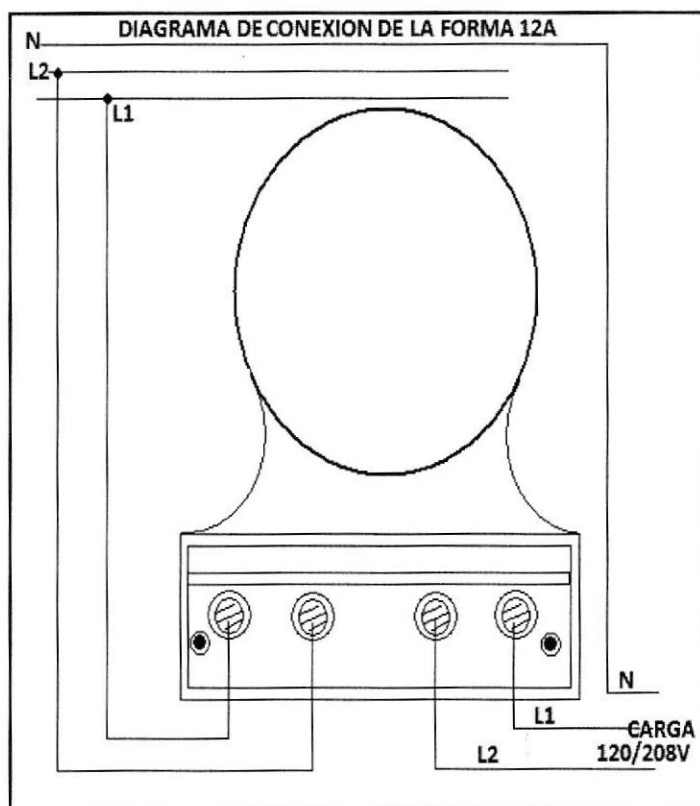
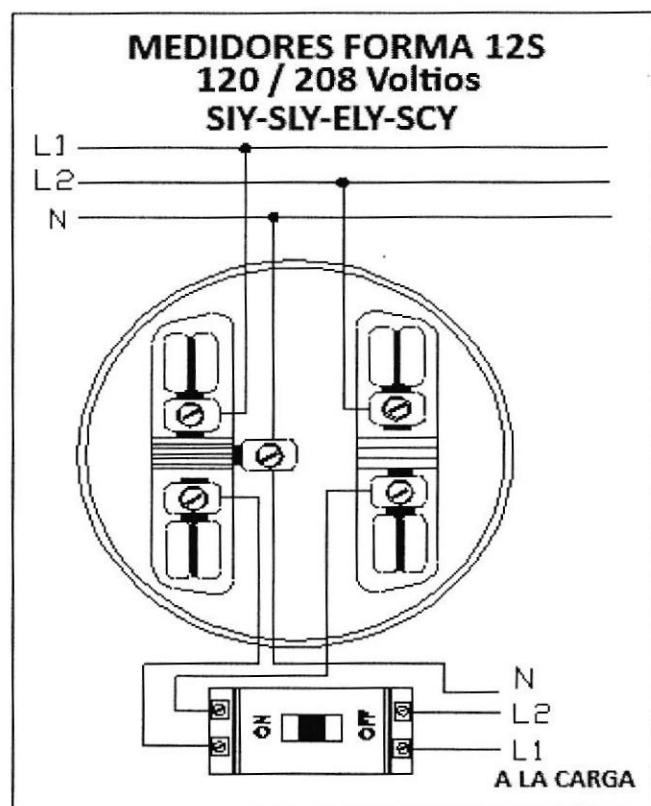
5.2.4.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 12S Y 12A.

En esta conexión se detalla la conexión de forma 12S Y 12 A para servicio de acometida monofásica directa en baja tensión de 120 / 208 Voltios 3 hilos con conexión del neutro y sus dos fases en la situación normal en una base socket clase 100 o 200. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración 12A para medidores PY – IY – LY y 12S para medidores SIY – SLY – ELY – SCY, y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket.



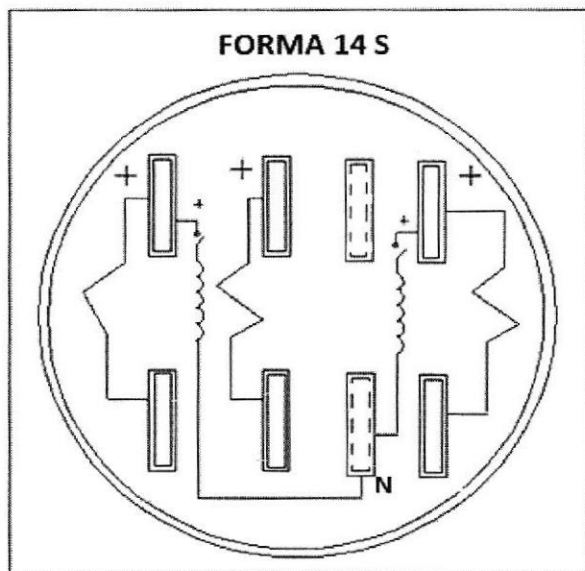


Conexión del lugar de ubicación del medidor (conexión en la base socket) de la forma 12S Y 12 A servicio 120 / 208 V

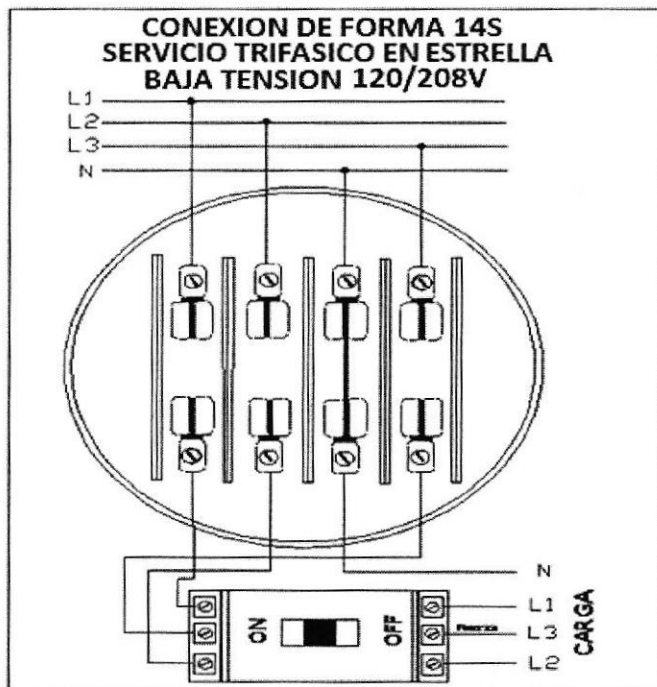


**5.2.5.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 14S.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 14S para servicio de acometida directa en baja tensión, servicio trifásico en estrella 4 hilos de voltaje 120/208V trifásico. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración 14S para medidores de tipo SZIY – SZLY – SZIYM – SZLYM, y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket que puede ser de tipo trifásica clase 100 o 200.

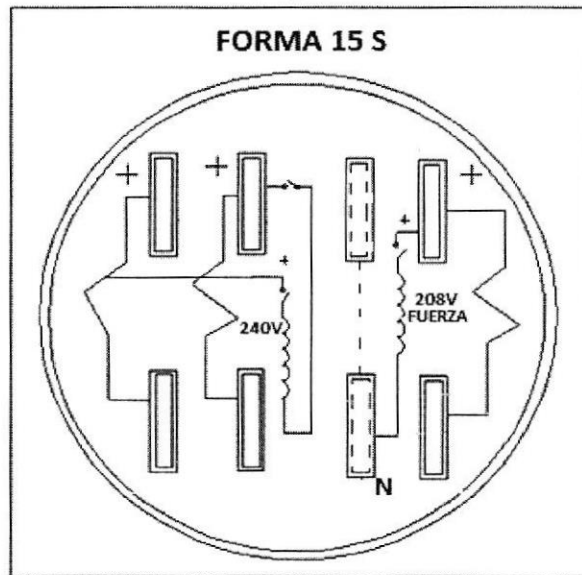


Conexión del lugar de ubicación de la forma 14S servicio 120/208V servicio trifásico en estrella medición directa.

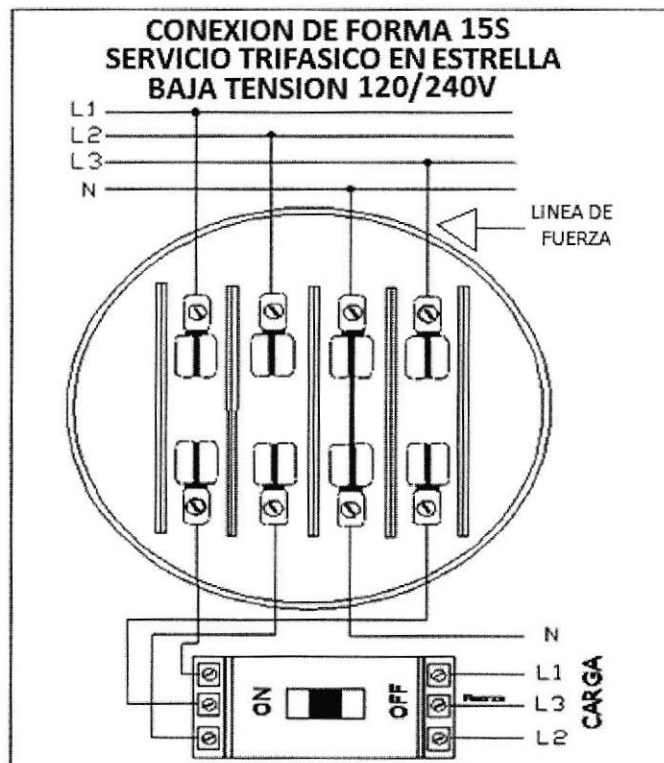


**5.2.6.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 15S.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 15S para servicio de acometida directa en baja tensión, servicio trifásico en delta 4 hilos de voltaje 120/240V trifásico. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración 15S para medidores de tipo SZI – SZL – SZIM – SZLM, y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket que puede ser de tipo trifásica clase 100 o 200.

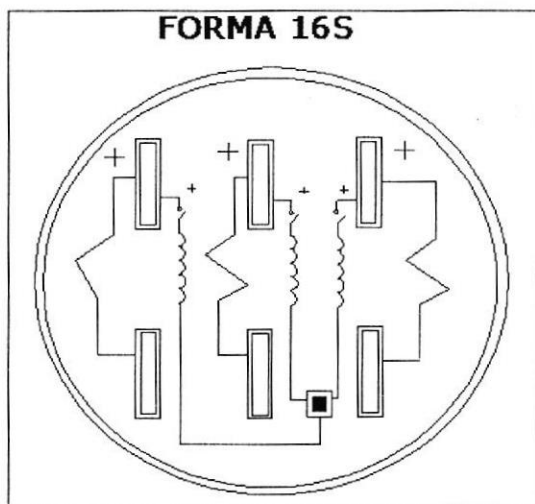


Conexión del lugar de ubicación de la forma 15S servicio 120/240V servicio trifásico en delta medición directa.

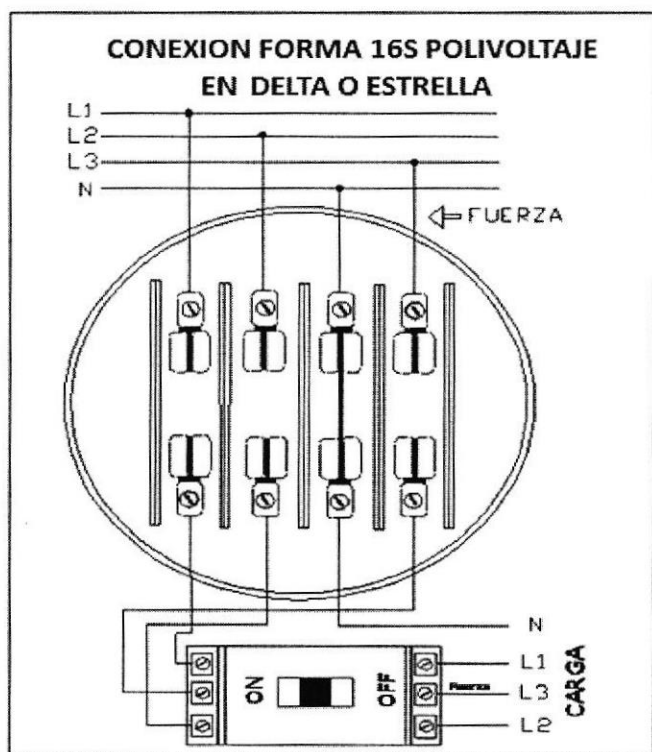


**5.2.7.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 16S.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 16S para servicio de acometida en baja tensión de servicio trifásico en conexión estrella o delta 4 hilos para medidores de tipo EZLV. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración trifásica y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket trifásica.



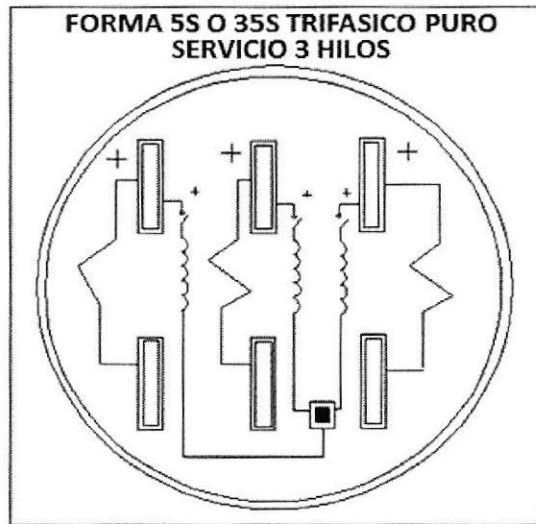
**Conexión en base socket trifásica clase 100 o clase 200 para medidores de la forma 16S para las conexiones trifásicas en delta - estrella.**



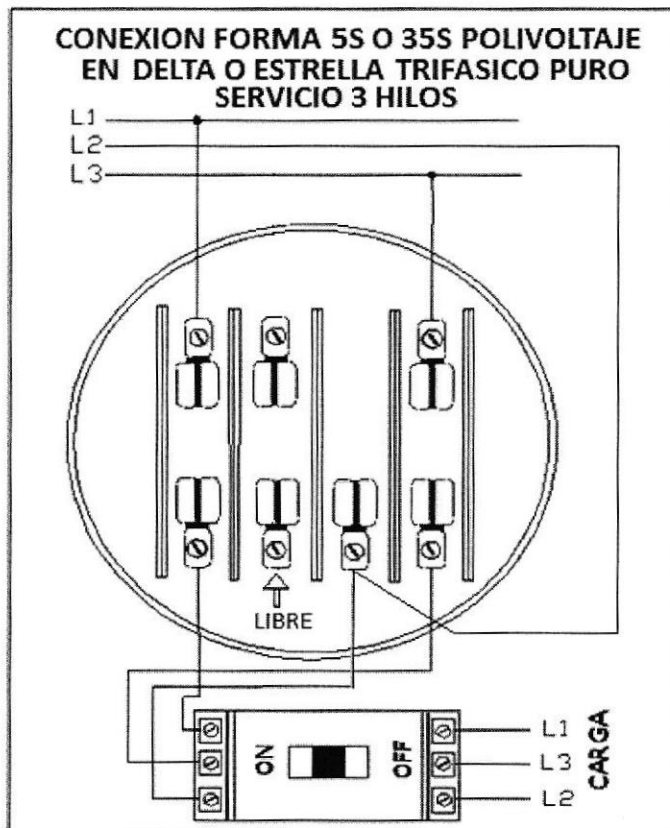
**Nota:**  
 Esta conexión 16S es recomendable cuando en el proyecto eléctrico en algún momento se determine cambiar la forma es decir si esta en delta pasarlo a estrella o viceversa.

**5.2.8.- Conexión esquemática y la instalación en el sitio de aplicación para la forma 5S o 35S.**

En esta conexión se detalla la conexión de forma 5S o 35S para servicio de acometida en baja tensión de servicio trifásico **PURO** en conexión estrella o delta 3 hilos para medidores de tipo EZLV con capacidad para aceptar la programación de la configuración trifásica 3 hilos. Vemos como se realiza la conexión dentro del medidor con las bobinas de corriente y de potencial para esta configuración trifásica PURA de 3 hilos y como se realiza la conexión en el lugar de ubicación del medidor que es la base socket trifásica.



Conexión en base socket trifásica clase 200 para medidores de la forma 5S o 35S DE TIPO DIRECTA para las conexiones trifásicas en delta - estrella.



### 5.3.- Características de un medidor directo

**5.3.1.- Clase de medidor y exactitud.-** El tipo de clase del medidor nos indica que cantidad de corriente máxima puede soportar el medidor. Esto se da en los medidores auto contenidos o de inducción de medición directa, y viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{CLASE} = 6,66 \text{ I prueba}$$

Ejemplos:

**Para un medidor SI tenemos en la placa 15 amperios, entonces la Clase será:**

CLASE =  $6,66 * 15$  amperios = 100, es decir clase del medidor será 100.

**Para un medidor SL tenemos en la placa 30 amperios, entonces la Clase será:**

CLASE =  $6,66 * 30$  amperios = 200, es decir clase del medidor será 200.

El medidor debe arrancar con una carga no mayor de 1% de su capacidad nominal. También tenemos la clase 10 y la clase 20 en aplicaciones con instrumentos de medidas. (Transformadores de corriente).

El medidor de Clase 100 puede soportar aproximadamente hasta 56 amperios reales y la protección con un disyuntor de 70 amperios.

El medidor de Clase 200 puede soportar aproximadamente hasta 140 amperios reales y la protección con un disyuntor de 175 amperios.

El medidor de clase 20, es para corrientes aproximadas superiores a 140 amperios reales.

**5.3.2.- Constantes de los medidores.-** Estos parámetros tienen por objetivo determinar el grado de exactitud o el error con que el medidor registra la energía consumida realmente, comparando su indicación con otros instrumentos de precisión.

**5.3.3.- Constante de watts-hora (kh) aplicaciones.-** El Kh es el valor o cantidad de la energía eléctrica que se registra en el medidor por cada revolución del disco (una vuelta de 360° del disco) y se la expresa en watts-hora. Esta constante Kh está impresa en la placa característica de todos los medidores de energía, y su valor estará diseñado de acuerdo al tipo y estructura de diseño del medidor. Cuando un medidor se emplea con transformadores para aparatos de medida, la constante de watts-hora se expresa en términos de los watts-horas primarios. En una prueba secundaria de dicho medidor, la constante es la constante de watts-hora primarios, divididos entre el producto de las relaciones de transformación nominales. La fórmula de calcular el Kh es de la siguiente manera:

$$Kh = kr * 10.000 / Rr * Rs$$

10.000 proviene de los 5 dígitos del registro (dials), 99,999 (10,000) kilowatt-hora, Los 10,000 es el número de watt-hora por una revolución del primer dial. El Kh, las revoluciones del disco y los 10000(dígitos), son diseñados de fábrica por los sistemas de giro en el medidor. Estos sistemas de giros son la reducción de giro (100); la relación de registro (Rr); y la Relación de engranajes (Rg) que es de 1:10

El **Kr**- es el factor por el cuál la lectura del contador debe multiplicarse para obtener el registro de las unidades deseadas, puede ser x 1; x 2; x 10 etc.

El **Rs** = 100 para medidores monofásicos modernos, para los medidores antiguos está en el orden de los 75, 80 y el Rs = 50 para medidores que proviene de una red trifásica. Es la cantidad de dientes del primer piñón que engrana el tornillo sin fin del disco.

El **Rr** es la relación de Eje, es decir es el número de vueltas que debe dar el disco para obtener una vuelta de la primera rueda dentada.

El **Rg** - es la relación de engranajes.

Mientras el Kh es de valor bajo el disco girará más rápido las vueltas(es más rápida la revolución) y mientras el Kh es más alto el disco girará menos rápido las vueltas(es más lenta la revolución).  
Ejemplos:

- Kh = 1.8 dará 555.5 vueltas (revoluciones rápida)
- Kh = 3.6 dará 277.7 vueltas (revoluciones menos rápida)
- Kh = 7.2 dará 138.8 vueltas (revoluciones lentas)

Si tenemos un Kh = 7.2 ¿Cuántas vueltas debe de dar el medidor para que marque un Kw?

Por lo tanto un Kh = 7.2 equivale a 7.2 watt-hora.

1 vuelta \_\_\_\_\_ 7.2 watt-hora

¿Vueltas \_\_\_\_\_ 1000 watt-hora

¿Vueltas = 1 vuelta X 1000 watt-hora / 7.2 watt-hora

= 138.8 vueltas

Es decir, cuando el medidor gire 138.8 vueltas (el disco), el registro de lectura del medidor marcará 1 Kw-hora.

Otra manera de calcular es la siguiente:

3.6 watt-hora = 1 Kw-hora / 1000 watt-hora, entonces:

3.6 watt-hora = 0.0036 Kwatt-hora

1 vuelta \_\_\_\_\_ 0.0036 Kwatt-hora

¿ vueltas \_\_\_\_\_ 1 Kwatt-hora

¿ vueltas = 1 vuelta X 1 Kwatt-hora / 0.0036 Kwatt-hora

= 277.7 vueltas

Es decir, cuando el medidor gire 277.7 vueltas (el disco), el registro de lectura del medidor marcará 1 Kw-hora.

Si tenemos un Kh = 1.8 ¿Cuántas vueltas debe de dar el medidor para que marque un Kw ?

Por lo tanto un Kh = 1.8 equivale a 1.8 watt-hora.

1 vuelta \_\_\_\_\_ 1.8 watt-hora

¿ vueltas \_\_\_\_\_ 1000 watt-hora

¿ vueltas = 1 vuelta X 1000 watt-hora / 1.8 watt-hora

= 555.5 vueltas

Es decir, cuando el medidor gire 555.5 vueltas (el disco), el registro de lectura del medidor marcará 1 Kw-hora.

**5.3.4.- Constante de registro (kr). aplicaciones.-** Como se dijo anteriormente el Kr es el factor por el cuál la lectura del contador debe multiplicarse para obtener el registro de las unidades deseadas, puede ser x 1; x 2; x 10 etc.

$$K_r = k_h * R_s * R_r / 10.000$$

Viene dada por la siguiente fórmula:

Ejemplos de aplicación:

¿Cuál es Kr del siguiente medidor monofásico?

Kh = 1.8; Rs = 100; Rr = 55 5/9

Reemplazando en la fórmula tenemos:



$$K_r = 1.8 * 100 * 55 \frac{5}{9} / 10.000$$

$K_r = 1$  Es decir, que la lectura la multiplicaremos por 1.

**5.3.5.- Corriente de prueba del medidor.-** Es la marcada sobre la placa de datos por el fabricante, denominada TA (Test Amper) o denominada corriente de prueba del medidor, y es la corriente que se utiliza como base para ajustar y determinar el registro porcentual de un medidor a cargas intensas y ligeras.

**5.4.- Formulas para las pruebas de eficiencia de los medidores monofásicos.**

**5.4.1.- Prueba con cronómetro.**

Fórmula que nos permite calcular la carga exacta en KW.

$$KW = K_s * K_h * \# \text{ revoluciones} / \text{ tiempo en segundos}$$

Donde **3.6** es el  $K_s$  que corresponde a una Constante **segundos/hora**, es decir, el  $K_s = 3600$  **segundos/hora**, ó  $K_s = 3,6$

$$KW = (3600 \text{ segundos / hora} \times \text{watio hora} \times \text{número e vueltas / segundos}) / (1 \text{ KW} / 1000 \text{ watuios})$$

$$KW = 3,6 \times K_h \times N / t (\text{seg.}) \quad \text{ó} \quad \text{watts} = 3600 \times K_h \times N / t (\text{seg}).$$

**5.4.2.- Prueba con voltaje-amperímetro.**

Para 120 voltios:

$$KVA = V_{LN} * (I_1 + I_2) / 1000 \text{ watts}$$

Para 240 voltios:

$$KVA = V_{LL} * (I_1 + I_2) / 2 * 1000$$

Luego aplicamos la fórmula para determinar el Factor de Potencia:

$$FP = KW / KVA$$

**5.4.3.- Ejercicios de aplicación.**

1.- Calcular el factor de potencia, de un medidor clase 100; 120/240 voltios;  $K_h = 3.6$ ; considerando los siguientes resultados de prueba:  $I_1 = 2$  amperios,  $I_2 = 2.5$  amperios; el disco del medidor tardó un tiempo de 51.84 segundos en dar 2 vueltas, el voltaje medido es de 120 voltios entre fase y neutro.



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA

Solución del ejercicio:

Datos:

FP =? Fórmulas a utilizar:

$K_h = 3.6$

$$KVA = V_{LN} * (I_1 + I_2) / 1000 \text{ watts}$$

$I_1 = 2 \text{ amp.}$

$I_2 = 2.5 \text{ amp.}$

$$KW = K_s * K_h * \# \text{ revoluc.} / \text{ tiempo en seg.}$$

$t = 51.84 \text{ seg.}$

$N = 2$

$V_{LN} = 120 \text{ volt.}$

$$FP = KW / KVA$$

Reemplazando los valores tenemos:

$K_s = 3.6$  es un valor constante.

$KVA = 120 \text{ volt.} * (2+2.5) \text{ amp} / 1000$

$KVA = 540 / 1000$

$KVA = 0.54$

$KW = 3600 \text{ segundos/hora} * 3.6 \text{ vatio hora} * 2 / 51.84 \text{ segundos}$

$KW = 25.92 / 51.84$

$KW = 0.5$

$FP = 0.5 / 0.54$

$FP = 0.9$

2.- Calcular el factor de potencia, de un medidor clase 100; 120 voltios;  $K_h = 1.8$ ; considerando los siguientes resultados de prueba:  $I_1 = 5.3$  amperios, el disco del medidor tardó un tiempo de 108 segundos en dar 10 vueltas, el voltaje medido es de 123.2 voltios entre fase y neutro.

Solución del ejercicio:

Datos:

FP =? Fórmulas a utilizar:

ESPOL

PROTEL

$$K_h = 1.8$$

$$I_1 = 5.3 \text{ amp.}$$

$$t = 108 \text{ seg.}$$

$$N = 10$$

$$V_{LN} = 123.2 \text{ volt.}$$

$$KVA = V_{LN} * (I_1 + I_2) / 1000 \text{ watts}$$

$$KW = K_s * K_h * \# \text{ revoluc.} / \text{ tiempo en seg.}$$

$$FP = KW / KVA$$

Reemplazando los valores tenemos:

$K_s = 3.6$  es un valor constante

$$KVA = 123.2 \text{ volt.} * 5.3 \text{ amp} / 1000$$

$$KVA = 652.96 / 1000$$

$$KVA = 0.652$$

$$KW = 3600 \text{ seg./hora} * 1.8 \text{ wathora} * 10 / 108 \text{ seg.}$$

$$KW = 64.8 / 108$$

$$KW = 0.6$$

$$FP = 0.6 / 0.652$$

$$FP = 0.92$$

# **CAPITULO 6**

## **MEDICIONES ELECTRICAS INDIRECTAS EN BAJA Y MEDIA TENSION**

## 6.- Mediciones eléctricas indirectas en baja y media tensión

A continuación se detalla todo lo que se relaciona a las mediciones eléctricas de tipo indirecta en baja tensión y media tensión y todo lo relacionado a lo que implica este tipo de medición.

### 6.1.- Conceptos básicos a saber en una medición indirecta.

Para realizar una medición de tipo indirecta hay que tener en claro ciertos conceptos necesarios básicos a saber en las instalaciones del proyecto eléctrico a medir.

Los conocimientos básicamente son los distintos tipos de conexión en los bancos de transformadores o las instalaciones eléctricas que necesiten de la medición indirecta, así como los elementos necesarios para una medición de tipo indirecta.

Para cubrir una demanda alta es necesario depender de la instalación propia de transformadores de distribución conectados entre sí, esto se lo conoce como la instalación de los bancos de transformadores que pueden ser conectados en delta en estrella tanto en el lado de media tensión como en el lado de baja tensión.

A continuación se detallan los distintos tipos de conexión en los bancos de transformadores.

#### 6.1.1.- Conexión de bancos de transformadores

La formación de Bancos de transformadores es la conexión entre sí de las líneas principales secundarias de transformadores adyacentes que reciben del mismo alimentador primario.

Las ventajas que se presentan en la conexión de bancos son las siguientes:

- A. Reducción en el parpadeo de las lámparas causado por el arranque de motores.
- B. Se requiere menor capacidad del transformador debido a una mayor diversidad de la carga entre un mayor número de consumidores.
- C. Mejor voltaje promedio a lo largo del secundario.
- D. Mayor flexibilidad para el crecimiento de la carga.
- E. Obtener una diversidad de voltajes en el secundario de acuerdo a la necesidad del usuario.

En este tipo de conexiones se puede utilizar varios tipos de transformadores como los autoprotegidos (en ciertos casos), convencionales y los transformadores trifásicos.

**6.1.2.- Conexión de banco de transformadores en estrella-estrella.**

Para el servicio de cargas monofásicas a 120 y 208 voltios y cargas trifásicas a 208 voltios en sistemas multiaterrizados.

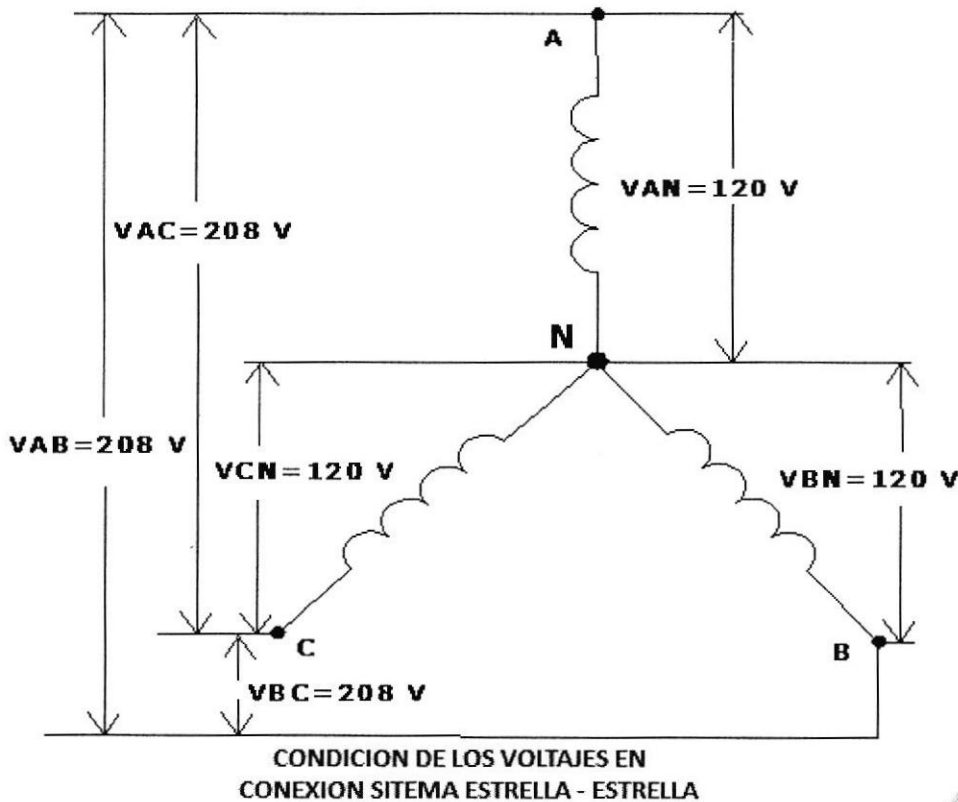
El conductor neutral o de tierra es derivado desde el centro de la conexión estrella, permitiendo que las cargas monofásicas sean distribuidas uniformemente a través de las tres fases y al mismo tiempo permite que motores trifásicos sean conectados directamente a través de los conductores.

Las cargas monofásicas tienen un voltaje de 120 voltios y los motores a 208 voltios. Todas las estrellas se las aterriza para no tener fluctuaciones de voltaje.

El neutro del primario debe estar solidamente conectado al neutro del sistema, de lo contrario pueden presentarse voltajes excesivos en el secundario.

Si no se conectan los neutros los devanados del primario estarán en SERIE entre cada dos conductores de fase, corrientes de un transformador desde un cable de fase puede retornar por las otras dos fases debido a que no hay neutro de retorno, por eso para tener una conexión satisfactoria en estrella se deben aterrizar los neutros del primario y los del secundario.

**A.- Condiciones de voltajes y fasores en estrella-estrella.**



**B.- Voltajes en una conexión en estrella en el secundario del banco de transformadores con bobinas a 120 voltios.**

**Formulas de aplicación:**

$$V_{LL} = 1,73 V_f$$

$$V_{LN} = V_{LL} / 1,73$$

$$I_L = I_f$$

**Con bobinas conectadas a 120 voltios tenemos:**

$$V_{LL} = 1,73 * 120 \text{ voltios} = 208 \text{ voltios.}$$

$$V_{LN} = 208 \text{ voltios} / 1,73 = 120 \text{ voltios.}$$

El voltaje de Línea ( $V_L$ ) es que se encuentra localizado en las líneas de salida del banco de transformadores.

El voltaje de Fase ( $V_f$ ) es el que se encuentra localizado en las bobinas de los transformadores.

La corriente de línea ( $I_L$ ) es la que se encuentra localizado en las líneas de salida del banco de transformadores.

La corriente de fase ( $I_f$ ) es la que se encuentra localizada en la bobina del transformador.

**Con bobinas conectadas a 240 voltios tenemos:**

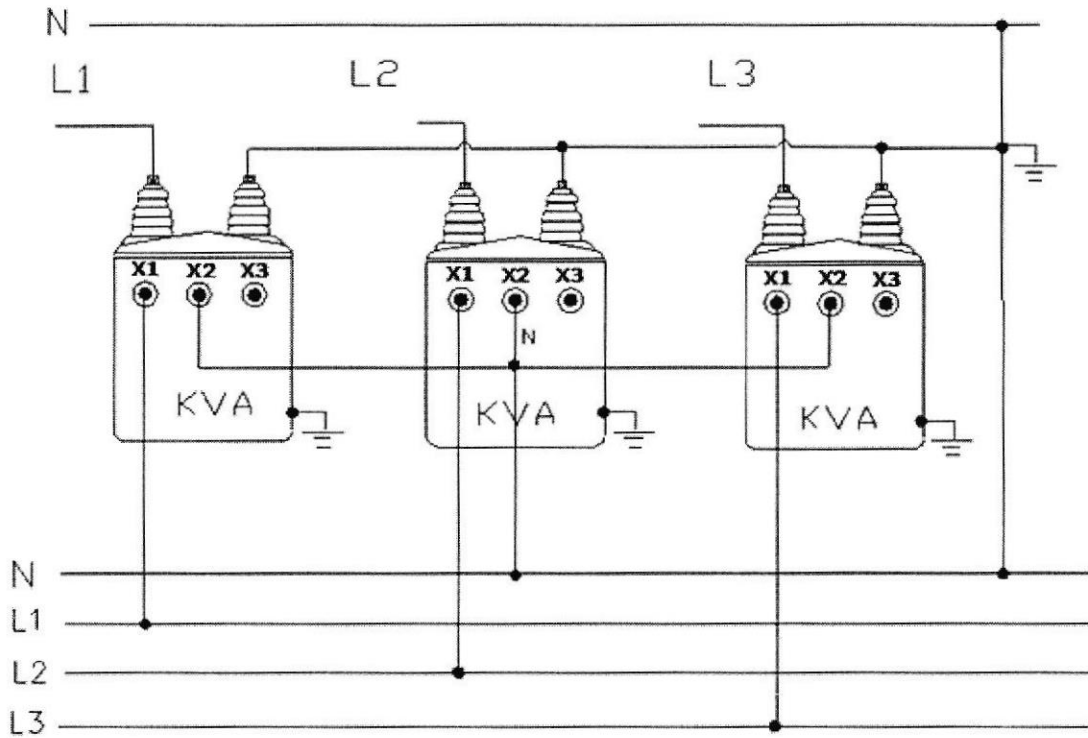
$$V_{LL} = 1,73 * 240 \text{ voltios} = 415 \text{ voltios.}$$

$$V_{LN} = 415 \text{ voltios} / 1,73 = 240 \text{ voltios.}$$

En la práctica :1 Kw trifásico consume en estrella 3,2 amperios.

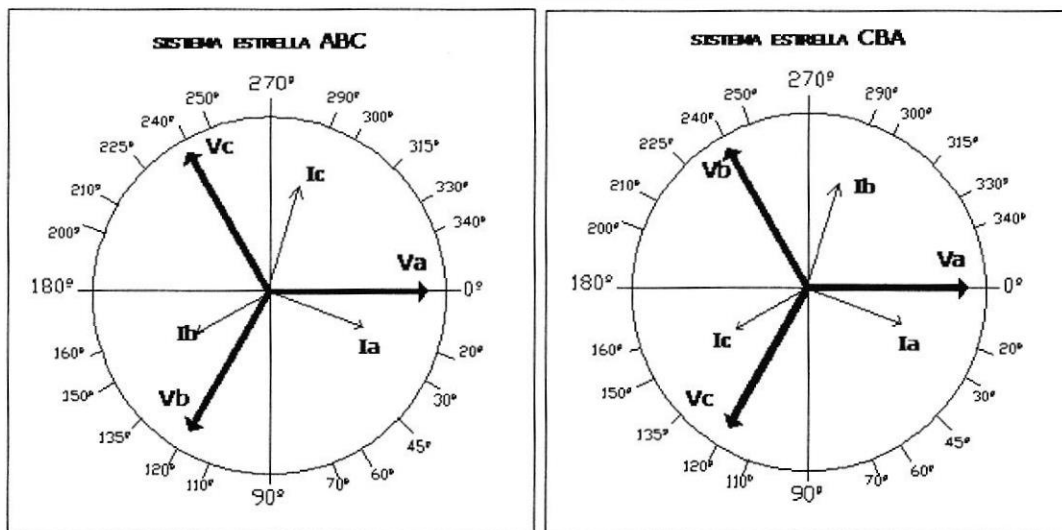
C.- Conexión de un banco estrella - estrella

CONEXION DEL BANCO DE TRANSFORMADORES EN ESTRELLA - ESTRELLA



D.- Diagrama de fasores en estrella

DIAGRAMA FASORIAL DE CONEXION EN ESTRELLA





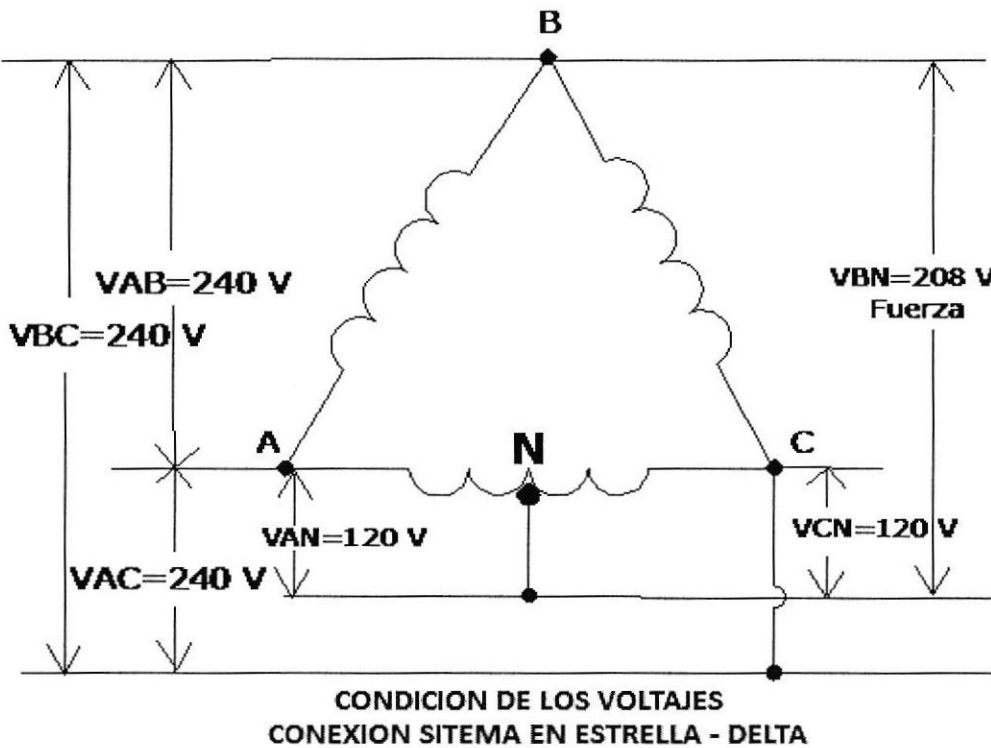
**6.1.3.- Conexión de banco de transformadores en estrella - delta.**

Esta conexión puede alimentar a cargas trifásicas balanceadas o cargas trifásicas balanceadas combinadas con carga monofásicas desbalanceadas pequeñas en comparación con la trifásica balanceada.

En la conexión estrella – delta se recomienda en el mejor de los casos que el neutro del primario No esté aterrizado, debido a que si hay una falla de línea a tierra se pueden quemar los devanados del transformador, es decir que fluirá una gran corriente de falla por el primario del transformador cuya línea se encuentra con falla, esta elevada corriente producirá una excesiva caída de voltaje en la fase de falla.

Los transformadores autoprotegidos No deberán ser usados en ningún tipo de conexiones estrella – delta, con el neutro del primario latente.

**A.- Condiciones de voltajes y fasores en estrella - delta.**



B.- Voltajes en una conexión en delta en el secundario del banco de transformadores con bobinas a 120 voltios.

Formulas de aplicación:

$$V_L = V_f$$

$$V_{LF} = V_f * 1,73$$

Voltaje de la línea de fuerza

$$I_L = 1,73 I_f$$

Con bobinas conectadas a 120 voltios tenemos:

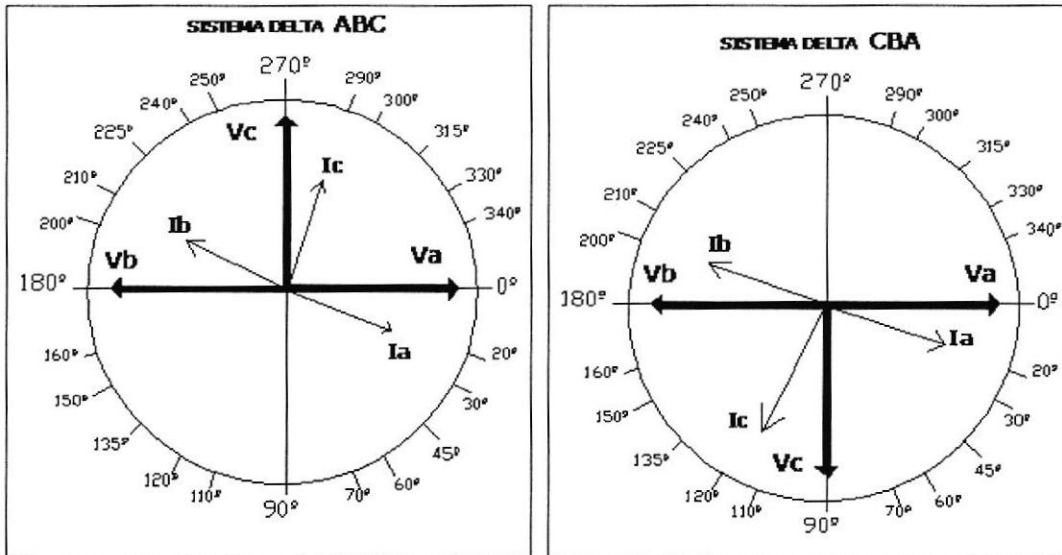
- $V_L = V_f = 120$  voltios.
- $V_{LL} = 240$  voltios.
- $V_{LF} = 120 * 1.73 = 208$  voltios (línea de fuerza)
- $V_{LN} = 120$  voltios.

Con bobinas conectadas a 240 voltios tenemos:

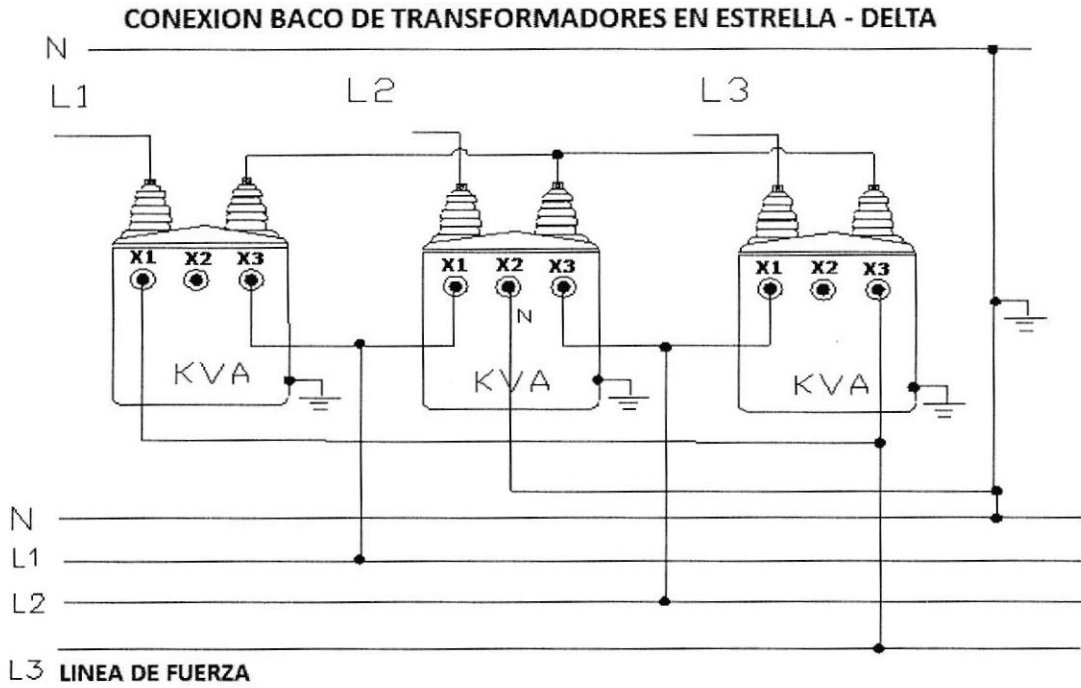
- $V_L = V_f = 240$  voltios.
- $V_{LL} = 480$  voltios
- $V_{LF} = 240 * 1.73 = 415$  voltios (línea de fuerza)

C- Diagrama de fasores en estrella - delta.

DIAGRAMA DASORIAL DE CONEXION EN DELTA



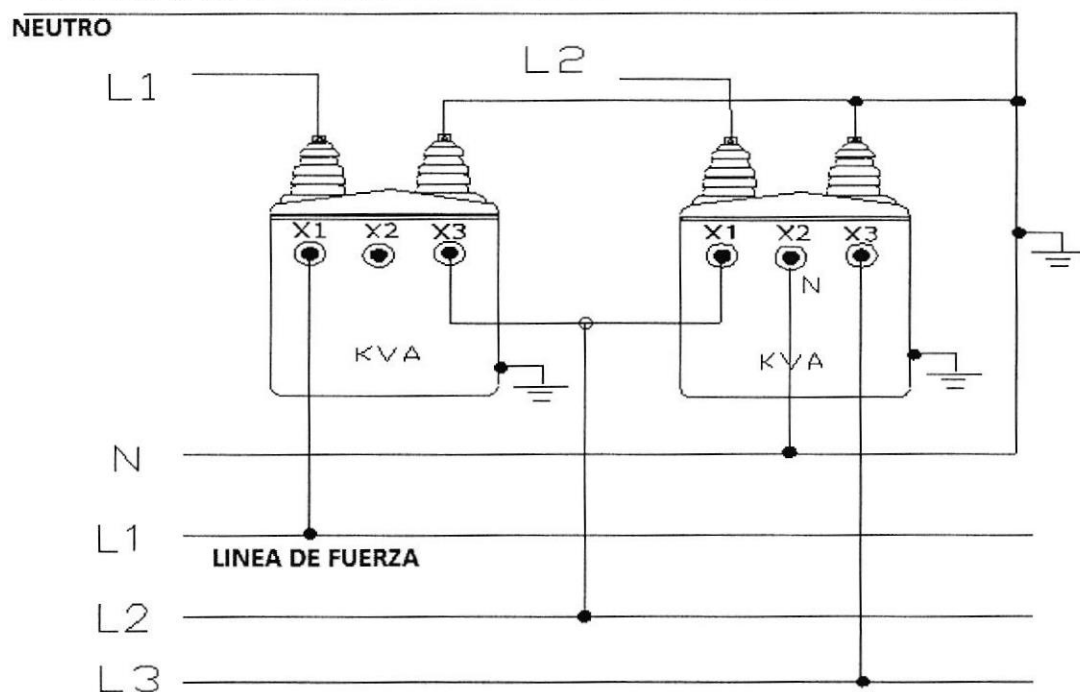
D.- Conexión de un banco estrella – delta:



**6.1.4.- Conexión de un banco – delta abierta:**

Al retirar uno de los tres transformadores que se encuentran unidos por una misma conexión delta, sin alterar los conductores trifásicos de los restantes transformadores, éstos quedarán en conexión "Delta Abierta" y mantendrán el voltaje correcto y relación de fase sobre el arrollamiento secundario para suministrar una carga balanceada trifásica. La corriente de línea tiene el mismo valor que la corriente de fase del transformador, es decir  $I_L = I_f$ , (en cambio en la delta cerrada es  $I_L = 1,73 I_f$ ), por lo tanto los dos transformadores llevarán una corriente cuyo valor será igual a  $1,73 I_{\text{fase}}$  y esta corriente significa una corriente de sobrecarga sobre cada transformador, igual a 1.732 veces el valor de la corriente estipulado, o sea una sobrecarga de un 73,2 %. Por lo tanto la capacidad del banco será reducida a  $1 / 1,73$  ósea el 57,7 % de la capacidad de un banco en delta cerrada. Aunque en capacidad instalada la diferencia entre el banco delta cerrada y el delta abierta es de 66,7 %. Esto equivale a decir que la capacidad disponible de un banco en delta abierta será el 86,7 %. De manera que en esta conexión es necesario reducir la corriente de línea, para no exceder la capacidad estipulada de cada transformador y por consiguiente, la conexión en delta abierta resulta en una reducción en la capacidad del sistema. Se debe conectar el neutro del primario con el neutro del secundario, para proporcionar el voltaje trifásico en el secundario. Si el neutro del sistema  $N_0$  está conectado, los dos transformadores estarán conectados en SERIE y el secundario solamente tendrá voltajes monofásicos y reducidos en valor. El banco en delta abierta debe ser usado en lugar de un delta cerrado para servir a cargas mixtas cuando la carga monofásica es mayor o igual a la carga trifásica.

**CONEXION DE UN BANCO DE TRANSFORMADORES EN DELTA ABIERTO**



**6.2.- Elementos que intervienen en la medición indirecta**

Continuación se describe los elementos que intervienes en una medición indirecta sea en baja tensión solo utilizando transformadores de corriente o en media tensión donde si se utiliza transformadores de corriente tanto como de potencial.

**6.2.1.- Transformadores de medida**

Los transformadores de medida son dispositivos estáticos cuyo propósito es reducir los niveles de voltajes, y corriente de una red de transmisión o de distribución a valores que puedan manejar los medidores y dispositivos de control , para de esta manera poder hacer la medición con medidores estándar de baja tensión, es decir cuando la corriente y el voltaje son muy elevados, los medidores se conectan indirectamente a la red, esto es conectando los transformadores de corriente y de potencial entre la red y los medidores.

Las capacidades normales del secundario son 5 amperios para los transformadores de corriente y 115 o 120 voltios para los transformadores de potencial o tensión. Los CT y los PT cuando se conecta la medición en el lado de baja NO tienen que estar cortocircuitado (tienen que estar abierto X1 y X2 para que el medidor reciba las señales respectivas).

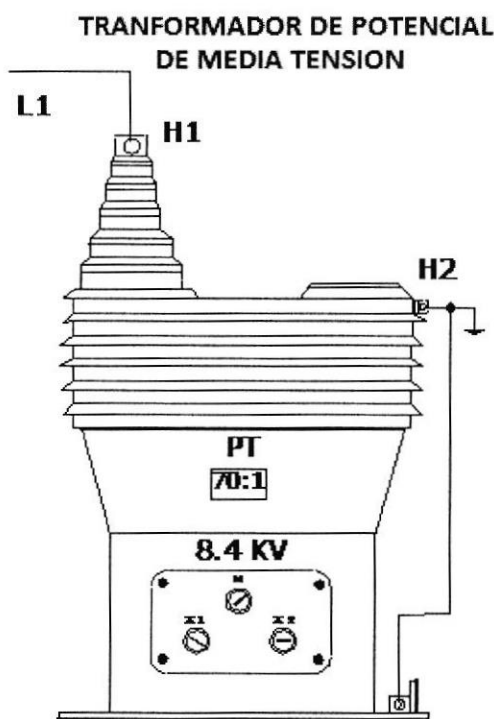
La POLARIDAD nos indican las direcciones instantáneas relativas del flujo de la corriente. En el lado del primario una marca nos distingue la polaridad, esta marca nos indica en el instante que está pasando la corriente del primario. En los CT de baja tensión, la entrada del flujo está marcada con un punto blanco.

**6.2.2.- Transformador de tensión o potencial (PT).**

El devanado primario de un transformador de voltaje se conecta en paralelo con la carga para lo cual se va a medir o controlar el voltaje. El secundario debe estar siempre en contacto con tierra para eliminar la carga estática del instrumento y para mayor seguridad del operador.

La carga que se conecta a los bornes secundarios debe tener una impedancia (resistencia o resistencia aparente) muy elevada, si se le coloca una impedancia muy pequeña se forma un corto-circuito entre sus bornes que engendra una corriente muy alta que puede quemar el transformador. Si no se coloca una impedancia alta, sus bornes deben quedar abiertos.

Los transformadores de potencial que utilizan nlas empresas son de relación 70/1, los de otra relación 60:1; 20:1) ya se están descontinuándose y no se los utilizan actualmente. (8.4 Kv es decir,  $120 \times 70 = 8400$  voltios).



(Típico transformador de potencial de relación 70:1 para media tensión)

**6.2.3.- Transformador de corriente o de intensidad (CT).**

Para evitar la conexión directa a los circuitos de alta tensión de los amperímetros de corriente alterna y medidores, se utilizan estos transformadores de corriente.

Se utiliza cuando la corriente de la carga es muy elevada y hay necesidad de reducirla antes de llegar al medidor. Se puede considerar que el secundario de los transformadores de corriente se conecta en corto circuito debido a la pequeña impedancia que alimenta.

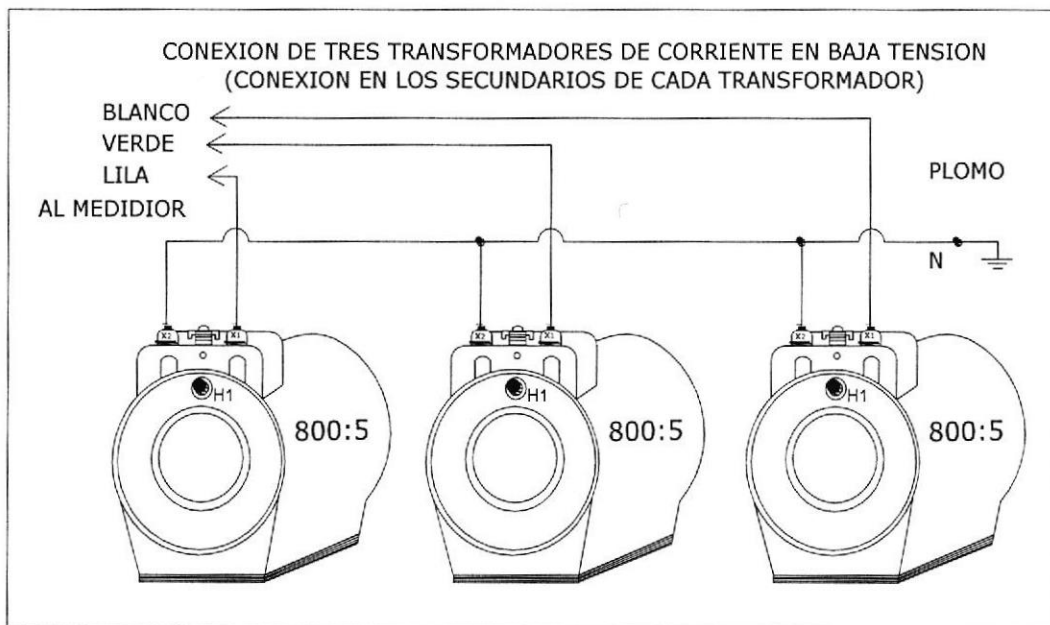
Por lo general la corriente secundaria que alimenta el medidor de energía es de 5 amperios y la potencia es pequeña.

El secundario de estos transformadores NUNCA debe dejarse abierto ya que se origina una alta tensión que podría quemarlo, por este motivo tampoco se conectan fusibles de protección.

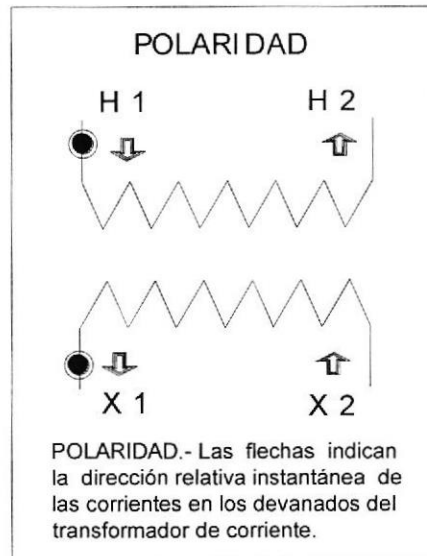
La bobina primaria de los CT se conecta en serie con la línea de la carga, cuya energía se requiere registrar por medio del medidor, la bobina secundaria se conecta en los bornes de corriente del medidor.

En Baja Tensión tenemos transformadores de 200:5; 400:5; 300:5; 600:5, 800:5, etc.

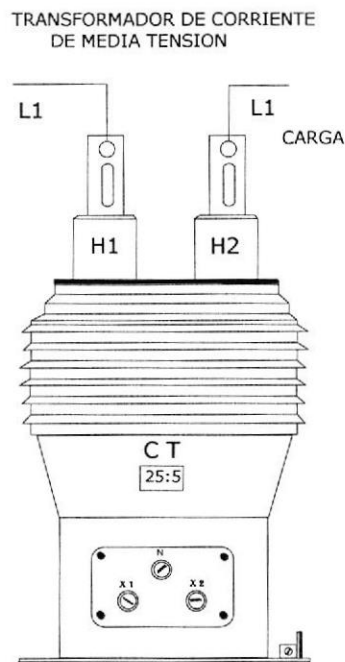
**Conexión de los transformadores de corriente en baja tensión**



**Polaridad de los transformadores de corriente**



**Transformador de corriente para media tensión.**



Cuando por el primario circula una corriente de gran intensidad, puede reducirse a un conductor recto, que pasa por el eje de un núcleo hueco. El secundario que comprende varias espiras, está arrollado de un núcleo de chapas.

La relación de transformación de la intensidad de corriente es aproximadamente a la inversa de la relación entre los números de espiras. Ejemplo si en el primario tiene 1 espira y en secundario tiene 60, la relación será 60:1. En Alta Tensión tenemos transformadores de corriente de relación: 5:5; 10:5; 15:5; 25:5; 30:5; 50:5; 75:5; 100:5; 200:5, etc. El aislamiento entre el primario y el secundario de un transformador de corriente debe ser suficiente para resistir la tensión total del circuito.

Es practica universal utilizar un transformador de corriente por fase, tres transformadores de corriente para un sistema trifásico, en este caso los secundarios se conectan en estrella con el neutro sólidamente a tierra.

**PRECAUCIÓN:** "Si el secundario se deja en circuito abierto, existirá una elevada tensión en sus terminales, debida a que la elevada relación entre el número de espiras del secundario y del primario hace que el transformador actúe como elevador, y también porque al no existir tampoco amperios-vuelta de compensación en el secundario, en lugar de generarse el flujo en el secundario a expensa de la diferencia entre sus amperios-vueltas y los del primario, se deberá aquí al total de amperios-vueltas del primario actuando sólo, con ello se produce un gran aumento de flujo, que da origen a pérdidas excesivas y calentamiento, así como una elevada tensión entre los terminales del secundario, siendo este voltaje peligroso para el operador". Por lo tanto, el secundario de un transformador de corriente NUNCA debe quedar en circuito abierto, cuando el transformador no esté funcionando, y cuando el transformador de corriente esté funcionado con la medición debe tener los terminales de baja tensión abiertos para poder registrar el consumo de las señales de corriente que van al medidor.

En otras palabras podemos decir: El devanado secundario siempre debe estar cortocircuitado antes de desconectar la carga. Si se abre el circuito secundario con circulación de corriente por el primario, todos los amperios vueltas primarios son amperios vueltas magnetizantes y normalmente producirán una tensión secundaria excesivamente elevada en bornes del circuito abierto.

Todos los circuitos secundarios de los transformadores de medida deben estar puestos a tierra; cuando los secundarios del transformador de medida están interconectados; solo debe ponerse a tierra un punto.

"Si el circuito secundario no está puesto a tierra, el secundario, se convierte, de hecho, en la placa de media de un condensador, actuando el devanado de alta tensión y tierra como las otras dos placas".

#### **6.2.4.- Factor de rango (rating factor) RF.**

Es un Factor Nominal expresado en número, el cual permite que se mantenga la precisión adecuada de operación. En la Empresa Eléctrica solamente se aplican Norma ANSI y no la Norma IEC. La Norma Americana (ANSI), nos permite trabajar en un rango de 200, 300 y 400 %



respectivamente, del valor Nominal. Tenemos los transformadores de corriente tipo JAK - 0 utilizados Con los siguientes RF.

Transformador de Corriente	FACTOR DE RANGO		RF (Rating Factor)	
	30 °C	Ambiente	55° C	Ambiente
200:5		3,0		2,9
400:5		4,0		2,9
500:5		3,0		2,4
600:5		2,0		1,8
800:5		2,0		1,5

Para transformadores de corriente tipo JAK-0 / Gen Elec. / 600 Vol. / 50-60Hz / BIL 10KV.

Es decir, un transformador de corriente de relación 200/5 con un RF de 3,0 equivale a que el transformador puede operar en condiciones normales con corrientes mayores al 300% de la corriente nominal del transformador, o sea,  $3 \times 200 = 600$  amperios.

La Norma IEC no permite este sobredimensionamiento, si el transformador de corriente es de 200/5 equivale que para cualquier valor mayor a 200 amperios la precisión es errónea, es decir los europeos garantizan la precisión solamente hasta 200 amperios.

Los RF para Media Tensión tienen el mismo concepto y los valores son casi similares a los de baja tensión.

#### 6.2.5.- Causa de errores:

Los errores en un transformador de corriente son debidos a la energía necesaria para producir el flujo en el núcleo que induce la tensión en el devanado secundario que suministra la corriente a través del circuito secundario. Los amperios vueltas totales disponibles para proporcionar la corriente al secundario son iguales a los amperios vueltas del primario menos los amperios vueltas para producir el flujo del núcleo.

Un cambio en la carga secundaria altera el flujo requerido en el núcleo y varía los amperios vueltas de excitación del núcleo; el flujo de dispersión en el núcleo cambia las características magnéticas del mismo y afecta a los amperios vueltas de excitación.

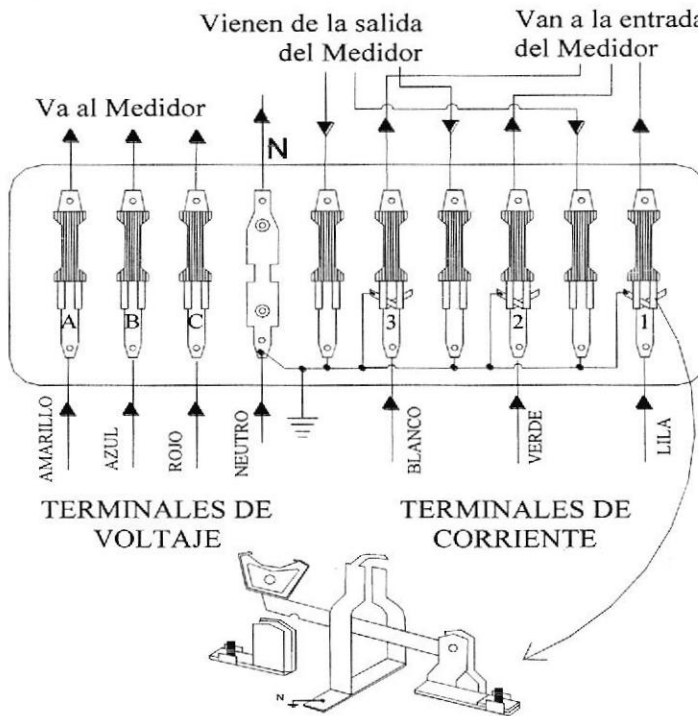
**6.2.6.- Switch de prueba o bornera de corto circuito con terminales de voltajes y corrientes.**

El Switch de Prueba o de Corto Circuito, es un dispositivo que sirve para cortocircuitar las señales de corriente que se encuentran en la medición, al cortocircuitar las señales de corriente equivale a que conectaríamos en corto los terminales del secundario de los transformadores de corriente, para de esta manera proteger al operario y al equipo.

También podemos aislar las señales de voltaje que se encuentran de lado izquierdo del Switch.

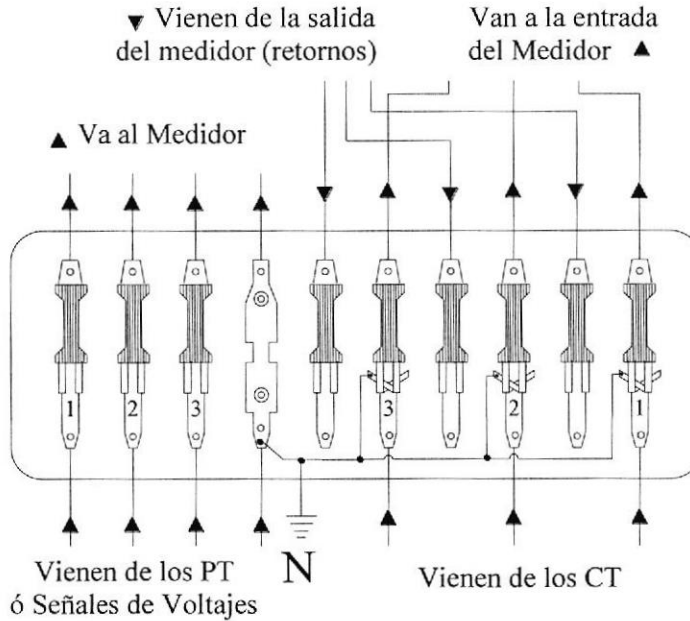
Hay varios tipos de Switch de prueba, tenemos de 10 polos que equivalen a 3 señales de voltaje, un terminal para el neutro y la puesta a tierra y 6 terminales de corriente con sus respectivas entradas y retornos, hay switch de 8 polos, etc.

**CONEXION DE UN SWITCH DE PRUEBA O BORNERA DE CORTO CIRCUITO DE BARRA NORMAL DE 10 POLOS**



También tenemos el switch de Barra Partida que se la utiliza para conexiones especiales. En el switch de prueba los retornos de las señales de corriente que vienen del medidor están conectados a tierra.

## SWITCH DE BARRA PARTIDA



### 6.2.7.- Cálculos de aplicación para obtener el factor multiplicador del medidor.

En los medidores que se utilizan en Medición indirecta tenemos el factor de multiplicación, que es un número que viene de la relación de los transformadores de corriente y de potencial.  
Ejemplos:

Para un factor de Multiplicación por 40 tenemos que los CT de relación 200:5 , entonces resulta de la división de 200 para 5 igual a 40.

$$200 / 5 = 40$$

Para un factor de Multiplicación por 350 tenemos que los TC son de relación 25:5 y los PT de relación 70:1, entonces resulta de la división de 25 para 5 igual a 5, luego multiplicamos 5 por 70 igual 350.

$$25 / 5 = 5, \text{ es decir: } 70/1 = 70 \quad \text{por lo tanto:} \quad 5 * 70 = 350$$

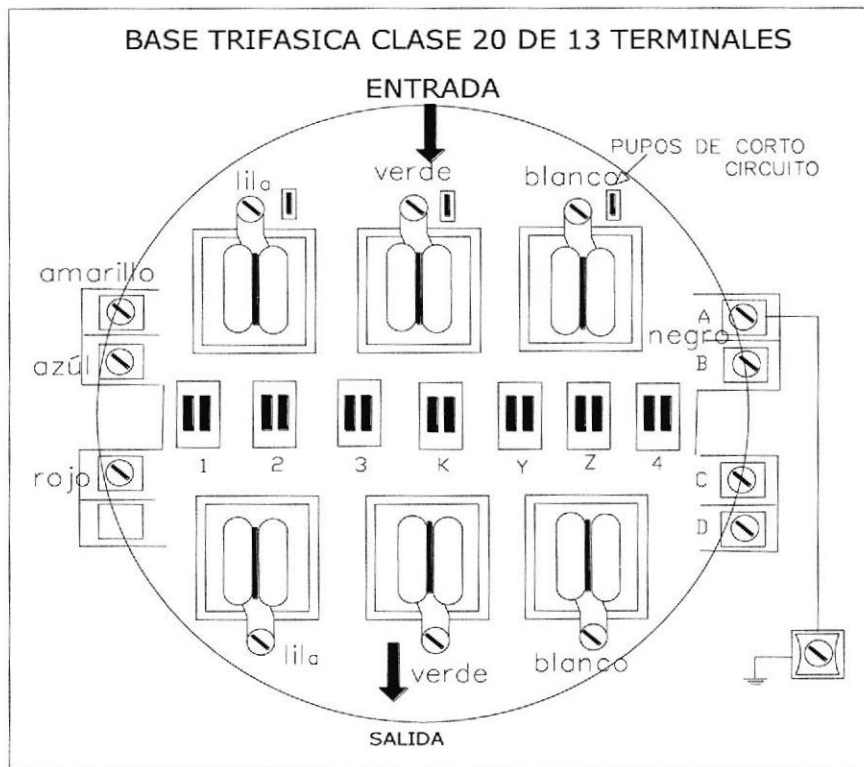
### 6.2.8.- Características principales de la base tipo socket clase 20 de 13 terminales.

En esta base se conectan las señales de Voltaje y de Corrientes que vienen de las señales de los TC y PT

- El Terminal de voltaje N° 1 es el mismo punto de la señal Amarilla
- El terminal de voltaje N° 2 es el mismo punto de la señal Azul
- El terminal de voltaje N° 3 es el mismo punto de la señal Roja
- El terminal N° 4 es el mismo punto del terminal A y corresponde al Neutro.

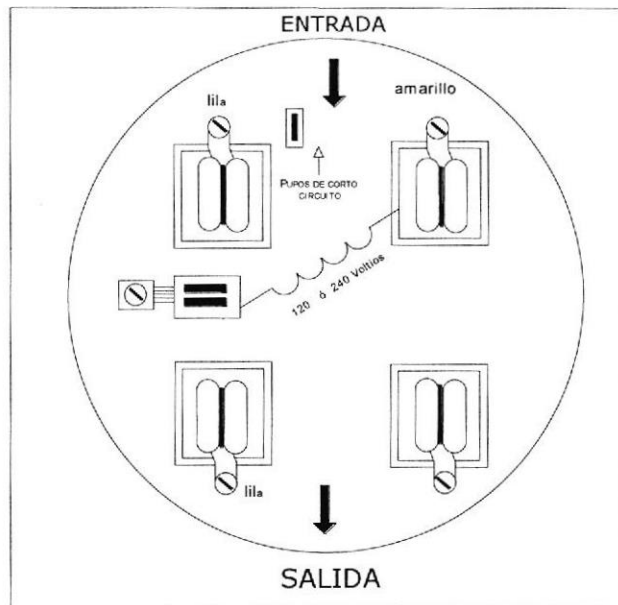
- El terminal B es el mismo punto que el terminal Z
- El terminal C es el mismo punto que el terminal Y
- El terminal D es el mismo punto que el terminal K
  
- Los colores amarillo, azul y rojo pertenecen a las señales de potenciales.
- Los colores lila, verde y blanco pertenecen a las señales de corrientes.
- Los colores Negro y Plomo pertenecen al neutro y a la puesta a tierra

**A.- Base tipo socket trifasica clase 20 de 13 terminales**



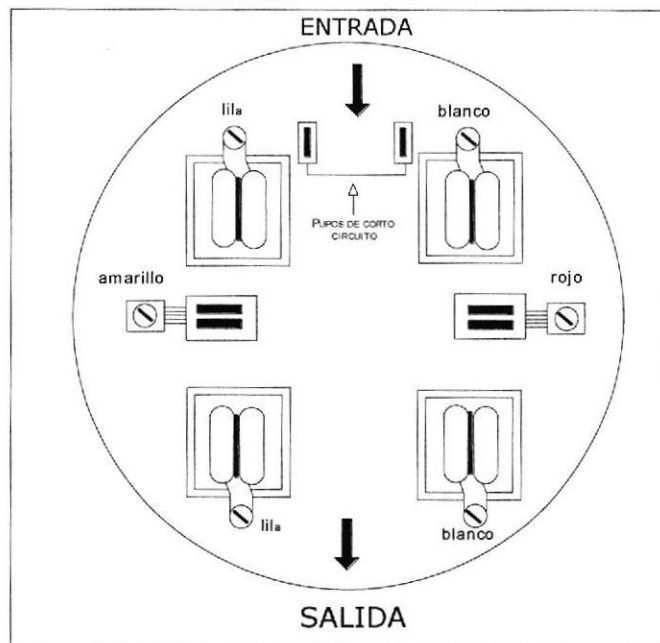
**B.- Base tipo socket clase 20 de 5 terminales**

**BASE MONOFASICA CLASE 20 DE 5 TERMINALES**



**C.- Base tipo socket clase 20 de 6 terminales**

**BASE MONOFASICA CLASE 20 DE 6 TERMINALES**



**6.2.9.- Normalización de los conductores con sus respectivos colores para utilizar en la medición.**

Para las señales de los Potenciales utilizamos los colores Amarillo, Azul y Rojo.

1. Para las señales de Corriente utilizamos los colores Lila, Verde y Blanco.
2. Para la señal del Neutro de Corriente utilizamos el color Plomo.
3. Para la señal del Neutro de Potencial utilizamos el color Negro.
4. El color Amarillo trabaja con el color Lila.
5. El color Azul trabaja con el color Verde.
6. El color Rojo trabaja con el color Blanco.

Ejemplo:

En la medición si se conecta una señal de potencial de color Amarillo, entonces de la misma línea se debe conectar la señal de corriente de color lila.

En la medición si se conecta una señal de potencial de color Azul, entonces de la misma línea se debe conectar la señal de corriente de color Verde.

En la medición si se conecta una señal de potencial de color Rojo, entonces de la misma línea se debe conectar la señal de corriente de color Blanco.

La señal de potencial de color Rojo, en un sistema de conexión en Delta nos indica que esta señal va a representar a la línea de fuerza del sistema, y es necesario conectarla en la posición correcta de la base.

En un sistema en delta es importante llevar esta secuencia de señales de potencial indicando cual es la línea de fuerza con la de color rojo.

**CODIGOS POR COLORES:**

SEÑALES	COLOR
VOLTAJE (POTENCIAL)	AMARILLO-AZUL-ROJO
CORRIENTE	LILA-VERDE-BLANCO
NEUTRO (DE LOS TRAFOS DE CORRIENTE)	PLOMO
NEUTRO (PRINCIPAL DEL SISTEMA)	NEGRO

**CODIGOS POR NUMERACION:**

SEÑALES	NUMERACION
VOLTAJE (POTENCIAL)	1 -2 - 3
CORRIENTE	4 - 5 -6
NEUTRO (DE LOS TRAFOS DE CORRIENTE)	7
NEUTRO (PRINCIPAL DEL SISTEMA)	8

# **CAPITULO 7**

## **CONEXIÓN DE LA MEDICIONES INDIRECTAS EN BAJA Y MEDIA TENSION**

## **7.- Conexiones de las mediciones indirectas en baja y media tensión.**

En este capítulo veremos las conexiones que existen en una medición de tipo indirecta tanto en baja como en media tensión.

Como se conectan los elementos de una medición en media tensión y las características precauciones y seguridad empleada en estos sistemas de medición.

### **7.1.- Factor de medición**

Hay que tener en cuenta que en mediciones indirectas debe EXISTIR UNA IGUALDAD ENTRE LOS FACTORES DE LOS ELEMENTOS DE MEDICION, esa decir el factor de multiplicación que existe en la medición indirecta tiene que ser igual registrado entre los elementos de medición, el medidor y en los registros de la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

Si no se cumple que el factor de medición sea igual al del medidor de los elementos de medición podemos estar afectando el consumo de la empresa que nos suministra el servicio o estar afectando al proyecto eléctrico en medición con una incorrecta medición.

Ejemplos:

Si tenemos en una medición indirecta que el factor de multiplicación de 3 TCs es de 400:5 entonces el factor del medidor será de 80 este factor también tiene que constar en el sistema de la empresa que suministra el servicio de la energía eléctrica para que este correcto todo en la medición y sea cobrado lo correcto medido.

#### **7.1.1.- Que pasa si el factor no consta entre los elementos de medición y la empresa.**

##### **A) Para un cambio de mayor factor en relación al factor de diseño original.**

Un caso real es que se cambian los TCs por uno de mayor factor para así pagar menos, es decir si el factor es de 400:5 estamos sabiendo que los TCs están reduciendo 80 veces la corriente de la carga en la medición, si estos TCs son cambiados por uno de mayor relación supongamos de 600:5 se estaría reduciendo 120 veces la corriente de la carga en la medición perjudicando a la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica porque veamos el ejemplo:

Si en un consumo real de ocho horas diarias en un mes los TCs originales de 400:5 están reduciendo 358 amperios, en el medidor llega por reducción de los TCs  $358/80=4.475$  amperios \* 120 volts = 537 W de consumo \* 8 horas \* 30 días = 128.88 KW/H/MES siendo esta a lectura tomada del mes que para el cobro correcto en la empresa se multiplica por el factor de multiplicación del medidor que consta en la empresa que suministra la energía, esto es que el cobro será de 128.88 KW/H/MES (lectura tomada) \* 80 = 10310.4 KW/H/MES siendo este el consumo real del cliente y el cobro correcto de acuerdo a lo medido.



Pero como en el ejemplo se cambiaron los TCs por de mayor factor de 600:5 tenemos:

En el mismo consumo de ocho horas diarias en el mes los nuevos TCs de relación 600:5 están reduciendo 358 amperios en el medidor llega por reducción de los TCs  $358/120=2.9833*120=358W * 8 \text{ HORA} * 30 \text{ DIAS}= 85.92 \text{ KW/H/MES}$  siendo esta a lectura tomada del mes que para el cobro en la empresa se multiplica por el factor de multiplicación que no se cambio y continua siendo por 80 al igual que en medidor que consta en la empresa que suministra la energía, esto es que el cobro será de  $85.92 \text{ KW/H/MES(lectura toma con los TCs cambiados)*80(\text{factor ahora incorrecto porque no se lo cambio}) = 6873.6 \text{ KW/H/MES}$  siendo este el consumo cobrado por la empresa por lo que se les estaría perjudicando en relación al consumo real descrito anteriormente, ya que se está registrando apenas el 66.7% del consumo real por:

10310.4 kw/h  $\longrightarrow$  100%  
 6873.6 kw/h  $\longrightarrow$  porcentaje cobrado en relación al consumo real

Entonces tenemos  $(6873.6 \text{ kw/h} * 100) / 10310.4 = 66.7\%$  entonces concluiríamos que por el cambio de los TCs de 400:5 a unos de mayor relación de 600:5 sin haber hecho cambiar el factor en los registro de la empresa al igual que en el medidor perjudicaríamos a la empresa con un 33.3 % de consumo de energía real no registrada.

**B) Para un cambio de menor factor en relación al factor de diseño original**

Otro caso pero en el que sale perjudicado el consumidor de la energía es decir el proyecto eléctrico en medición es:

Tenemos el mismo ejemplo con los mismos transformadores de potencial de relación 400:5 que son los originales del proyecto con esto tenemos que el factor del medidor y que consta en la empresa que suministra el servicio de energía para el cobro correcto es de 80. Por lo que con estos transformadores tenemos una lectura correcta.

El mismo ejemplo si en el mismo consumo real de ocho horas diarias de un mes los TCs están reduciendo 358 amperios en el medidor llega por los TCs  $358/80=4.475*120=537W*8\text{horas}*30\text{días}=128.88 \text{ KW/H/MES}$  siendo esta a lectura tomada del mes que para el cobro real en la empresa se multiplica por el factor de multiplicación del medidor que consta en la empresa que suministra la energía, esto es que el cobro será de  $128.88\text{KW/H/MES} * 80 = 10310.4 \text{ KW/H/MES}$  siendo este el consumo real del cliente y el cobro correcto de acuerdo a lo medido, pero como en el ejemplo se cambiaron los TCs por de menor factor de 200:5 factor de 40 tenemos: como en el ejemplo se cambiaron los TCs por de menor factor de 200:5 tenemos: en el mismo consumo de ocho horas diarias en el mes los nuevos TCs están reduciendo 358 amperios en el medidor llega  $358/40=8.95\text{amperios}*120\text{volts}=1074W*8\text{HORA}*30 \text{ DIAS}= 257.76 \text{ KW/H/MES}$  siendo esta a lectura tomada del mes que para el cobro en la empresa que multiplica por el factor de multiplicación del medidor que consta en la empresa que suministra la energía, esto es que el cobro será de  $257.76 \text{ KW/H/MES} * 80(\text{factor de multiplicación erróneo}) = 20620.8 \text{ kw/h/mes}$

siendo este el consumo cobrado por la empresa perjudicando al consumidor de la energía eléctrica con un 100% más del consumo real porque el factor de multiplicación en la empresa no se redujo.

Entonces es importante saber como profesional eléctrico que en una medición de tipo indirecta el factor de multiplicación de los elementos de medición tiene que ser igual al factor de multiplicación del medidor e igual al registro en el sistema de la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

Para evitar estos inconvenientes de una manera masiva la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica pone como reglamento los módulos de los TCs para protección de cambios y manipulaciones en el sistema de medición, este modulo que contiene los elementos de medición como los TCs va debidamente sellado para protección.

### 7.2.- Conexión de la forma 3S con un transformadores de corriente en baja tensión.

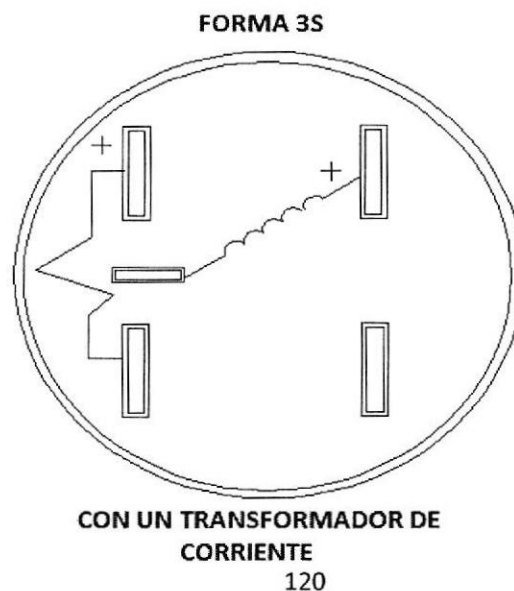
Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 3S utilizando un transformador de corriente en baja tensión, servicio monofásico 120/240V, con medidores de tipo EB5 SB de 5 terminales registro electrónico y base socket clase 20 de 5 terminales.

Aquí para encontrar el factor del medidor se divide para dos, debido a que el medidor tiene una solo bobina de corriente que recibe la suma de las dos corrientes y el voltaje de la bobina de potencial del medidor es 240V entonces

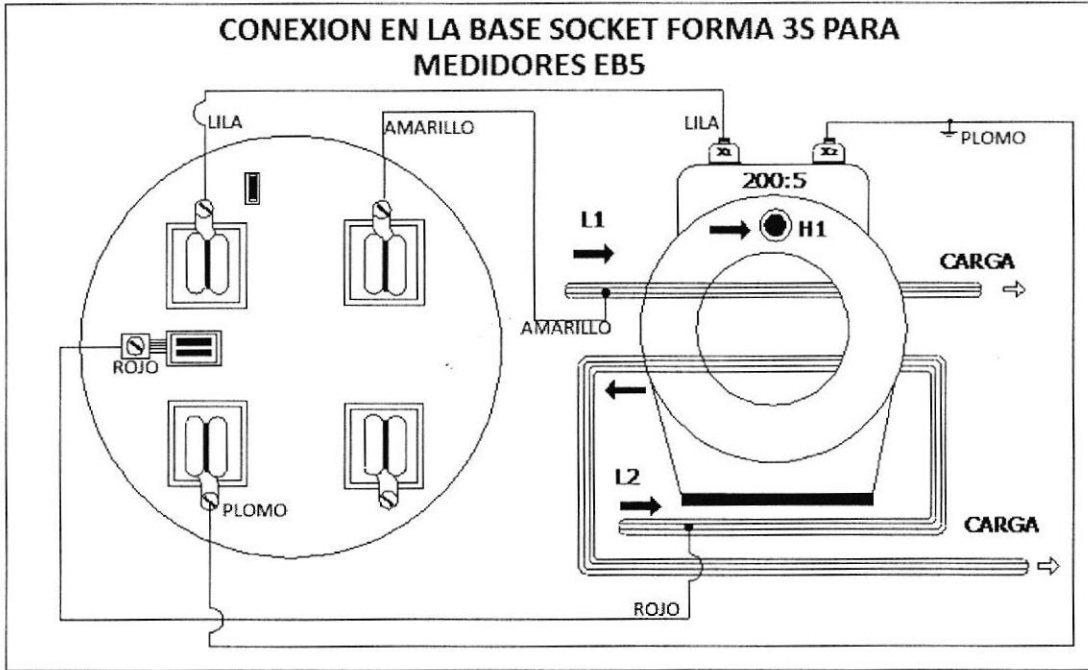
$$PT=P1 + P2 \quad PT=(240*I1) + (240*I2)$$

$$PT=240*(I1 + I2) \text{ es decir } PT= 2 P.$$

Conexión de la forma 3s en la bobinas de potencia y corriente para medidores electrónicos EB5



Conexión en la base socket 5 terminales clase 20 y el transformador de corriente medición indirecta para la forma 3S servicio monofásico.



**Ejemplo para encontrar el factor del medidor:**

El transformador de corriente es de 200:5 entonces  $200/5=40$  normalmente el factor del medidor tendría que ser 40 pero por que como vemos en la conexión por un transformador de corriente están pasando las dos líneas o fases a medir, es por eso que de la relación de transformación del TC para encontrar el factor correcto del medidor se divide para 2 entonces el factor correcto del medidor ser  $200/5= 40$  luego  $40/2= 20$ .

**7.3.- Conexión de la forma 3S con dos transformadores de corriente en baja tensión.**

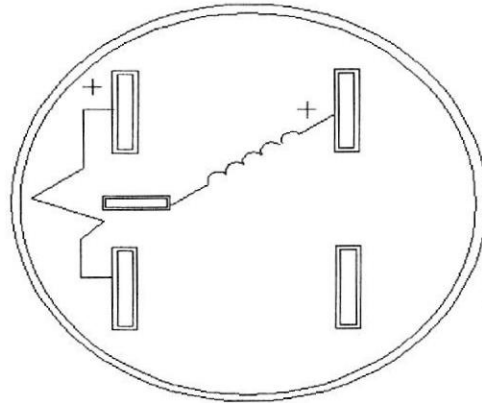
Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 3S utilizando dos transformadores de corriente en baja tensión, servicio monofásico 120/240V, con medidores de tipo EB5 SB y SBM de registro electrónico de 5 terminales base socket clase 20 de 5 terminales.

Aquí también para encontrar el factor del medidor se divide para dos, debido a que el medidor tiene una solo bobina de corriente que recibe la suma de las dos corrientes y el voltaje de la bobina de potencial del medidor es 240V.



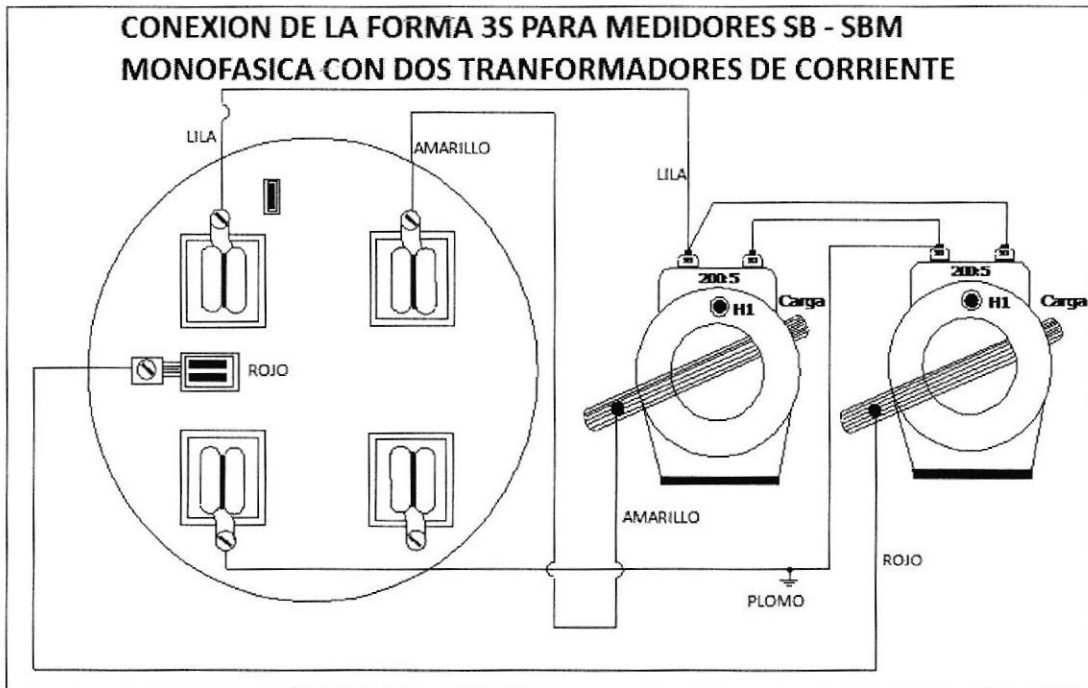
Conexión de la forma 3s en la bobinas de potencia y corriente para medidores electrónicos EB5.

**FORMA 3S**



**CON DOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE**

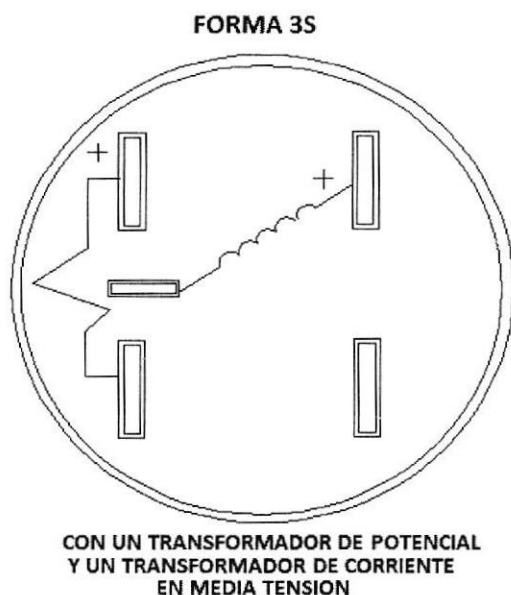
Conexión en la base socket de cinco terminales clase 20 con la conexión de los dos transformadores de corriente para la medición de tipo indirecta de forma 3s servicio monofásico especificando los colores de los cables de control.



**7.4.- Configuración forma 3S en media tensión con un transformador de corriente y un transformador de potencial de media tensión.**

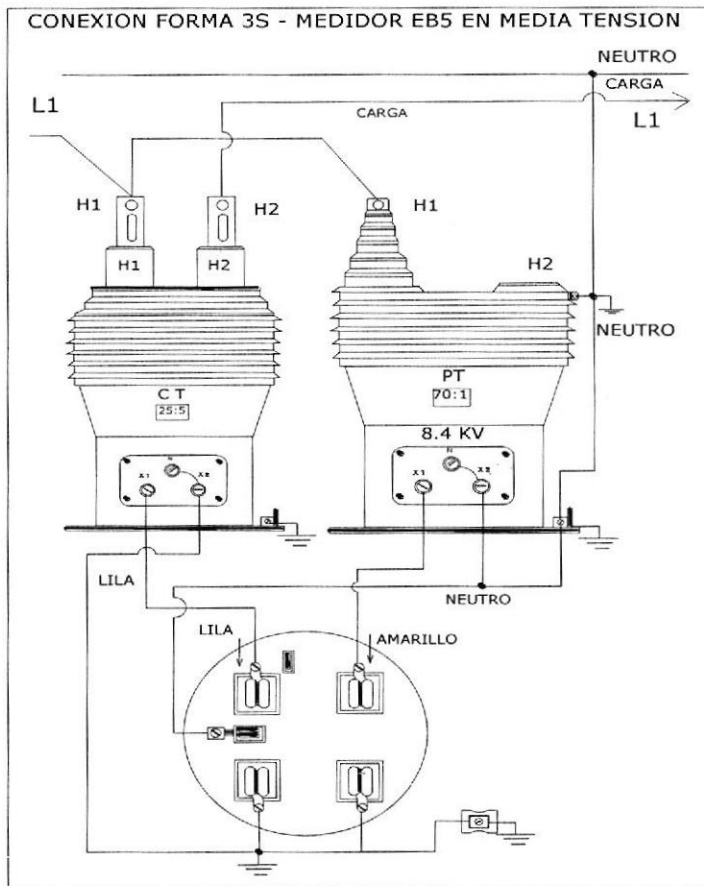
Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 3S utilizando un transformador de potencial de media tensión y un transformador de corriente de media tensión, servicio monofásico en media tensión de 7620V ( $13200V/\sqrt{3}$ ), con medidores de tipo EB5 SB de registro electrónico de 5 terminales base socket clase 20 de 5 terminales.

Conexión de la forma 3s en la bobinas de potencia y corriente para medidores electrónicos EB5 SB en media tensión.



Conexión del transformador de potencia y de corriente de media tensión para la forma 3S en media tensión servicio monofásico y conexión en la base socket clase 20 de cinco terminales. Especificando los colores de los cables de control.





En media tensión el factor de medición del medidor y que tiene que contar en los registro de medición en la empresa el factor trine que ser el producto o multiplicación de los dos factores de medición del transformador de potencial y del transformador de corriente.

Por ejemplo si el factor del PT de media tensión es de 8400:120 o lo mismo que decir de 70:1 el factor seria de 70, y el factor de TC de 25:5 el factor seria de 5 entonces el factor de multiplicación del medidor de meda tensión es de  $70(\text{factor de TP}) * 5(\text{factor del TC}) = 250$  factor que iría en el medidor y el sistema de la empresa eléctrica.

Independientemente si queremos realiza una prueba en media tensión y vemos que en modo alterno el medidor nos está dando una lectura de 121 volteos para saber el voltaje de media tensión en la línea lo multiplicamos únicamente por el factor de la relación de transformación del TP por ejemplo  $121(\text{voltaje leído en el medidor}) * 70(\text{factor del PT}) = 8470$  VOLTS en media tensión.

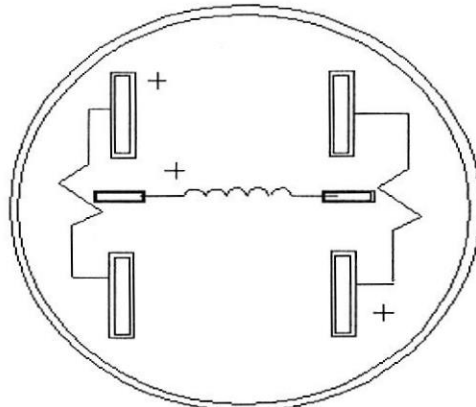
Así mismo si queremos saber la corriente en media tensión y tenemos que el medidor me está dando una lectura en modo alterno de 1.1 amperios esto lo multiplicamos únicamente por el factor de relación de transformación del TC que es de 5 entonces tenemos  $1.1(\text{corriente leída en el medidor}) * 5(\text{factor del TC}) = 5.5$  amperios en la línea de media tensión.

**7.5.- Configuración de la forma 4s en baja tensión con dos transformadores de corriente.**

Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 4S utilizando dos transformadores de corriente en baja tensión, servicio monofásico 120/240V, con medidores de tipo EB6 SB de registro electrónico de 6 terminales base socket clase 20 de 6 terminales.

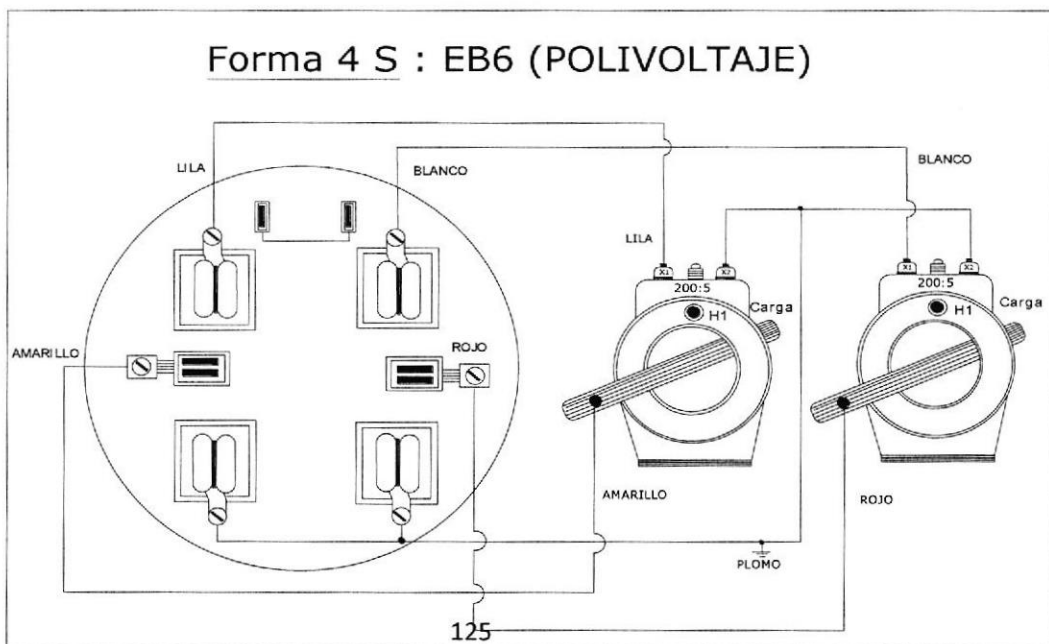
Vemos como se realiza la conexión con las bobinas de potencial y de corriente del medidor de tipo EB6 SB de la forma 4S con dos transformadores de potencial.

**FORMA 4S**



**CON DOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN BAJA TENSION**

Vemos como se realiza la conexión en la base socket clase 20 de seis terminales con los dos transformadores de corriente para la forma 4s para medidores EB6. Especificando los colores de los cables de control.

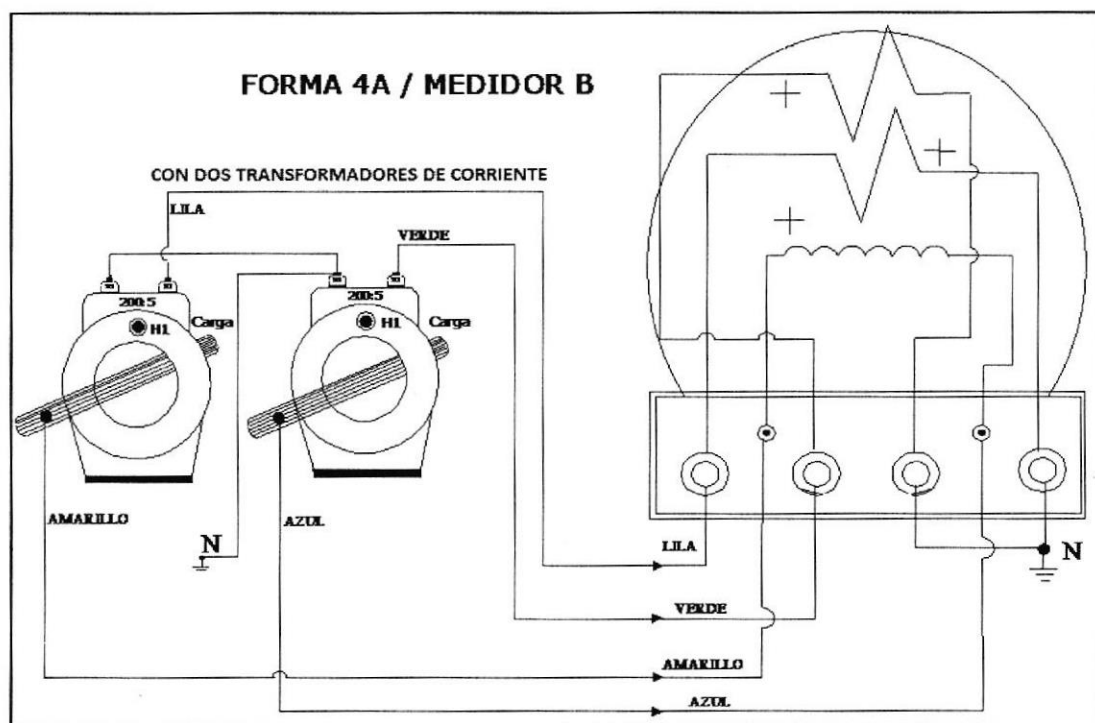


Para encontrar el factor del medidor de la forma 4S y 4A, el factor del medidor y el que consta en la empresa tiene que ser el mismo factor de la relación de transformación de los TCs por ejemplo si los TCs son de 200:5 el factor será de 40 para el medidor y para la empresa que suministra el servicio de energía.

**7.6.- Configuración de la forma 4a en baja tensión con dos transformadores de corriente.**

Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 4A utilizando dos transformadores de corriente en baja tensión, servicio monofásico 120/240V, con medidores de tipo B de registro mecánico de 6 terminales.

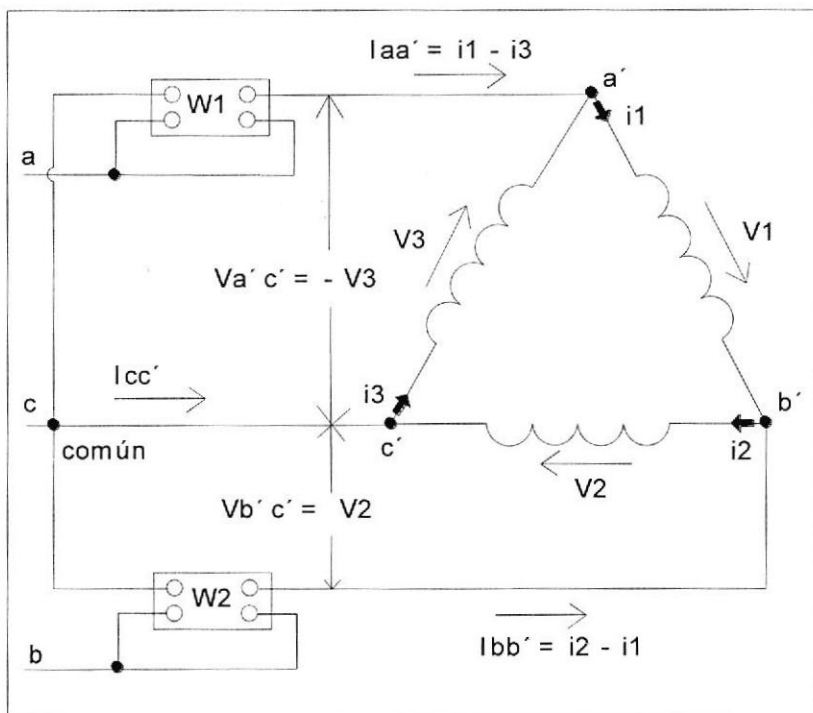
Vemos como se realiza la conexión en el medidor tipo B interior con sus bobinas de potencial y de corriente y como se conectan con los transformadores de corriente utilizados en la medición indirecta de forma 4A, se detalla la conexión con los cables de control de la medición.





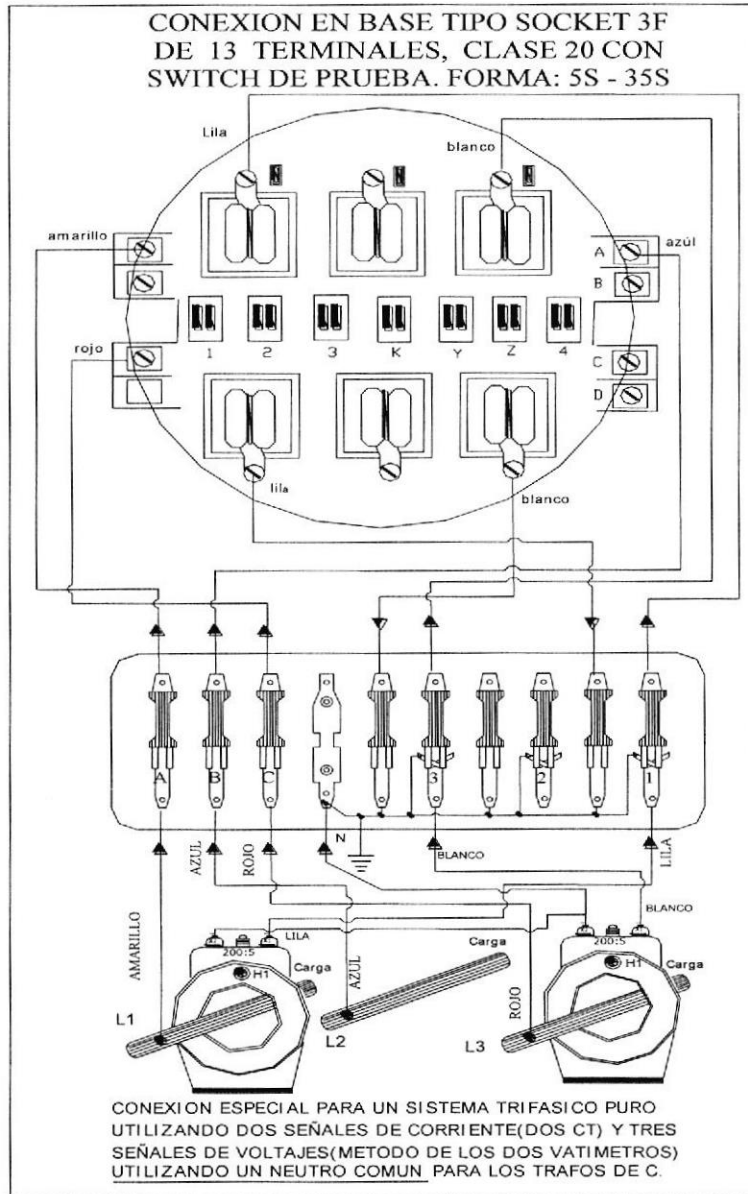
**7.7.- Conexión especial de un medidor EZAV forma 35s ó 5s en un sistema trifásico puro en delta con carga equilibrada utilizando dos transformadores de corriente y tres señales de potencial.**

Método de los dos vatímetros para medir la potencia de la corriente trifásica.



La potencia de un sistema trifilar puro (delta ó estrella), puede medirse con dos vatímetros conectados. Las bobinas de intensidad de los dos instrumentos están conectadas a dos de los conductores de la línea y la bobina de tensión de cada instrumento se conecta entre su propia bobina de intensidad y el conductor en el que no hay intercalada bobina de intensidad, en este caso la potencia total que absorbe el sistema es:  $P = (W1 \pm W2)$  vatios prescindiendo del factor de potencia, equilibrio de fases, etc.

Nota.- Debe tenerse mucho cuidado, cuando se emplean este método, porque la potencia total puede ser una veces la suma en otras veces la diferencia de las lecturas, es decir que para ángulos mayores de  $60^\circ$  correspondientes a factores de potencia menores a 0.5, el coseno de  $(30^\circ + \phi)$  es negativo, como también  $W2$  y la potencia total es  $P = (W1 - W2)$  vatios.



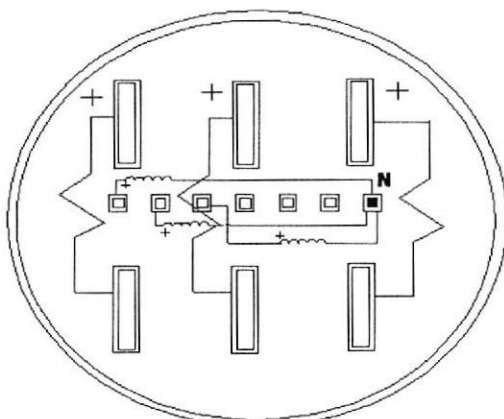
**7.8.- Configuración de la forma 9s en baja tensión con tres transformadores de corriente.**

Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 9S utilizando tres transformadores de corriente en baja tensión, servicio trifásico conexión delta o estrella, con medidores de tipo EZAV – EZAY de registro electrónico con base socket clase 20 de 13 terminales.

Esta forma de configuración y conexión de la misma en los sistemas trifásicos generales es la más común que podemos encontrar en donde por normas los transformadores de corriente TCs tienen que ir en un modulo conocido como modulo de TCs que va sellado por la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

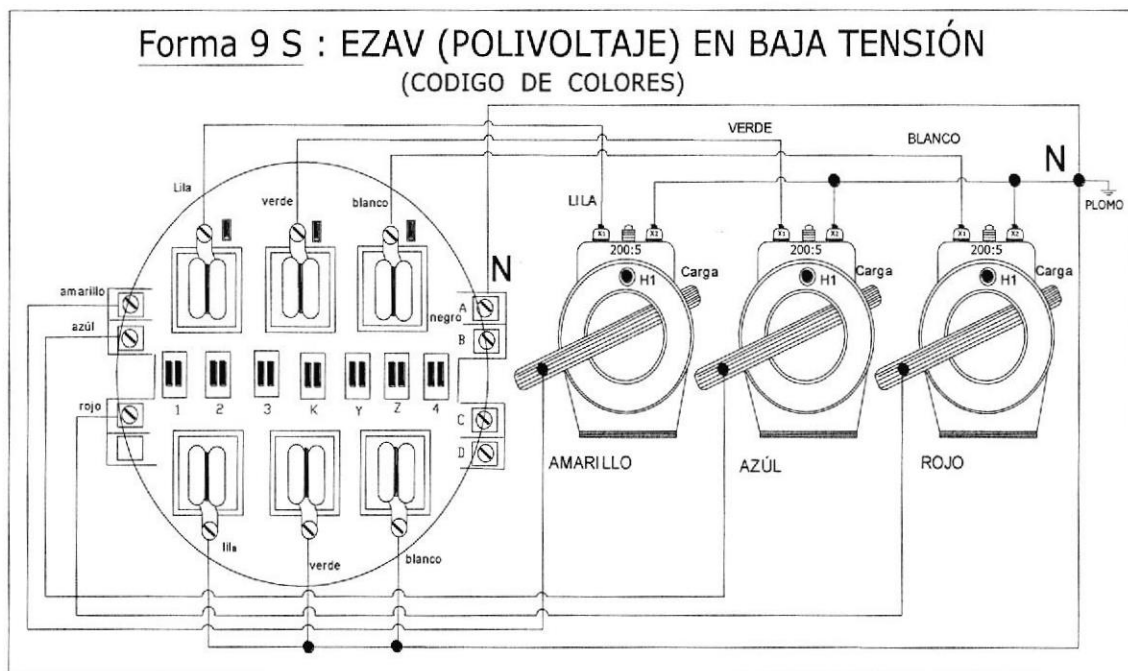
Vemos como se realiza la conexión de la bobinas de potencial dentro del medidor electrónico de tipo EZAV – EZAY trifásico y de corriente para la forma 9S utilizando 3 transformadores de corriente para una instalación trifásica en delta o en estrella.

**FORMA 9S**



**FORMA 9S PARA MEDIDORES EZAV Y EZAY  
MEDICION INDIRECTA EN BAJA TENSION  
CON TRES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE**

Conexión de la forma 9S en baja tensión servicio trifásico, con tres transformadores de corriente y cables de control tanto de corriente como de voltaje. En base socket clase 20 de trece terminales para medidores de tipo EZAV o EZAY servicio trifásico.



Para encontrar el factor de multiplicación del medidor y que conste en el sistema de la empresa aquí el factor ser igual también a la relación de transformador de los TCs usados en la medición. Por ejemplo tenemos que ese usan TCs de 600:5 el factor es de 120, este factor tiene que tener el medidor y tiene que constar en la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

**7.9.- Conexión de la forma 9S en media tensión.**

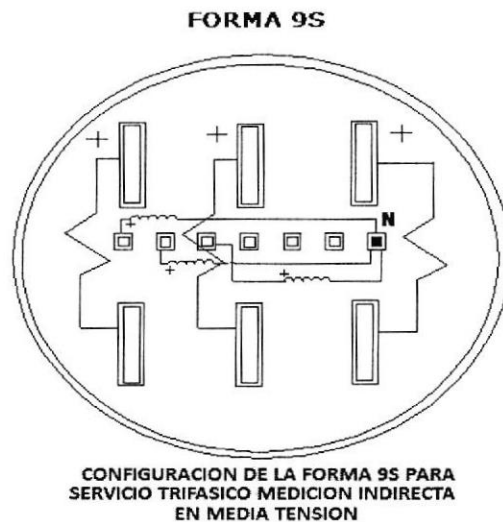
Se detalla la conexión de la de la medición indirecta configuración 9S utilizando tres transformadores de corriente y tres transformadores de potencial en media tensión, servicio trifásico, con medidores de tipo EZAV de registro electrónico con base socket clase 20 de 13 terminales.

Esta forma de configuración y conexión de la misma en los sistemas trifásicos generales es la más común que podemos encontrar en media tensión para un sistema trifásico de medición en media tensión, aquí los elementos de medición hablamos de los TCs y los TPs pueden ir ubicados en exteriores o interiores como se vio en el capítulo de la clasificación de acuerdo al tipo de servicio.

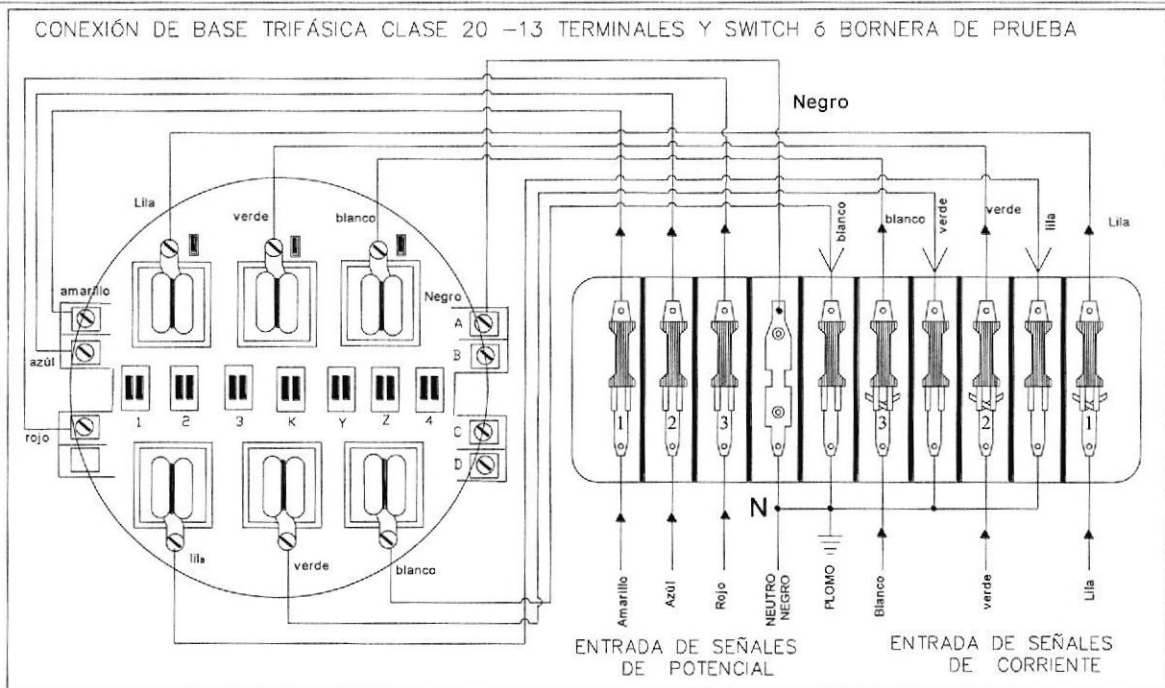
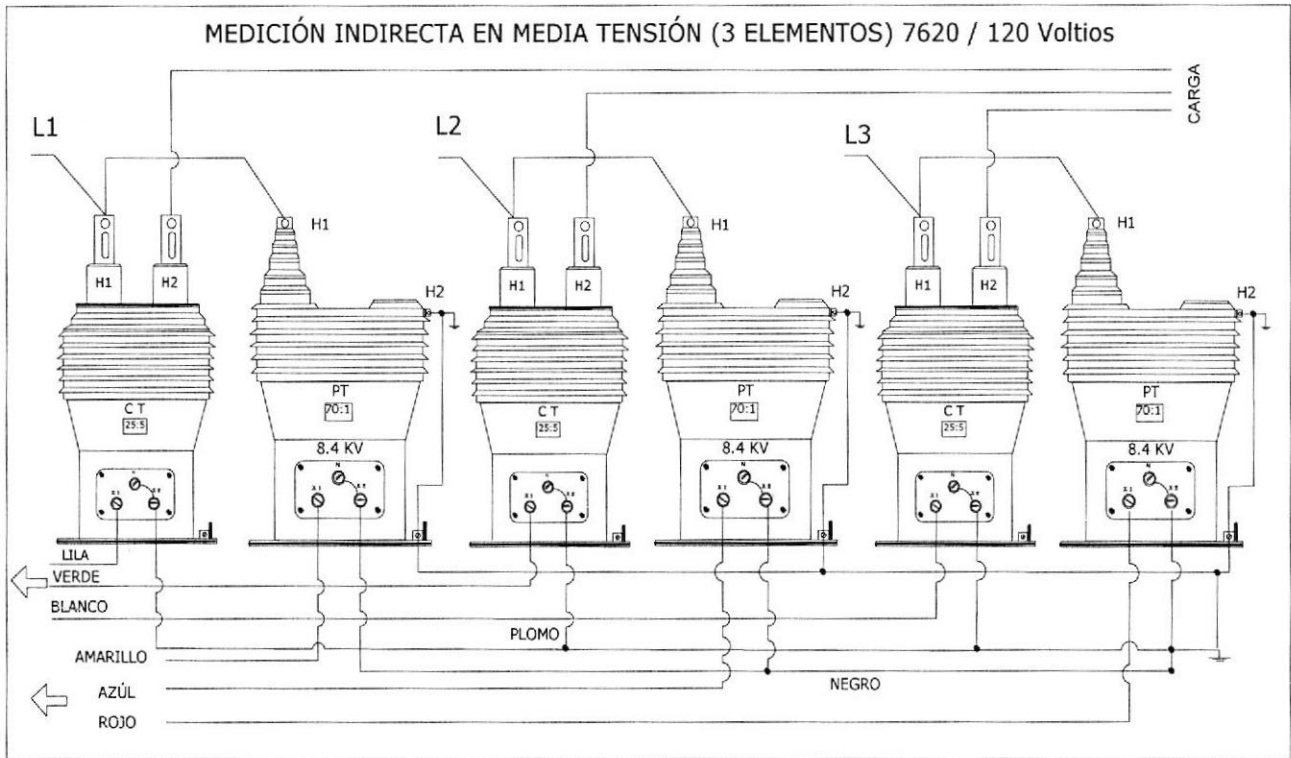
Con este tipo de mediciones independiente e irrelevante de cómo vaya la conexión del banco de transformadores o si se utiliza un transformador trifásico tipo pad mounted.

Aquí la medición se realiza en la líneas de servicio de medica tensión hablamos del niveles de voltajes de 13200V L – L y 7620V L – N.

Conexión de la forma 9S en las bobinas de potencial y de corriente para medidores electrónicos de tipo EZAV trifásico en media tensión.



Vemos como se realiza la conexión de la medición indirecta en media tensión servicio trifásico con los tres transformadores de potencial y de corriente en la base socket clase 20 de trece terminales para medidores EZAV con una swichera para los cables de control de medición que traen la señal de media tensión de los TCs y TP de media tensión



Aquí para encontrar el factor de multiplicación en media tensión el factor de medición del medidor y que tiene que contar en los registros de medición en la empresa el factor tiene que ser el producto o multiplicación de los factores de medición de los transformadores de potencial y de los transformadores de corriente.

Por ejemplo si el factor de los PTs de media tensión es de 8400:120 o lo mismo que decir de 70:1 el factor sería de 70, y el factor de los TCs de 25:5 el factor sería de 5 entonces el factor de multiplicación del medidor de media tensión es de  $70(\text{factor de los TP}) * 5(\text{factor de los TC}) = 250$  factor que va en el medidor y el sistema de la empresa eléctrica.

Independientemente si queremos realizar una prueba en media tensión en cada línea y vemos que en modo alterno el medidor nos está dando una lectura de 121 voltios en cualquiera de las tres líneas la A para saber el voltaje de media tensión en la línea A lo multiplicamos únicamente por el factor de la relación de transformación del TP por ejemplo  $121(\text{voltaje leído en el medidor en la fase A}) * 70(\text{factor del PT de la fase A}) = 8470 \text{ VOLTS}$  en media tensión así mismo podemos hacer las pruebas con las fases restantes.

Así mismo si queremos saber la corriente en media tensión de cualquiera de las fases o líneas y tenemos que el medidor nos está dando una lectura de la fase B en modo alterno de 1.1 amperios esto lo multiplicamos únicamente por el factor de relación de transformación del TC que es de 5 entonces tenemos  $1.1(\text{corriente leída en el medidor de la fase B}) * 5(\text{factor del TC}) = 5.5$  amperios en la línea B de Media tensión, así mismo podemos hacer con las dos fases restantes.

En estas mediciones en media tensión tenemos que tener en cuenta la seguridad de la medición que el factor sea igual tanto para los elementos de medición él, el medidor y la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica.

# **CAPITULO 8**

## **MEDIDORES ELECTRONICOS UTILIZADOS EN LAS MEDICIONES INDIRECTAS**



**8.-Medidores utilizados en las mediciones de tipo indirecta y directa medidores electrónicos**

En este capítulo se detalla el funcionamiento y las características importantes de los medidores utilizados en las mediciones de tipo indirecta y directa los medidores electrónicos.

**8.1.- Generalidades del medidor electrónico**

**8.1.1.- Concepto y definición.**

Es un dispositivo de medición que se utiliza para registrar el consumo de energía eléctrica; el cual toma una cantidad determinada de muestras por ciclo de las señales de voltajes y corrientes que llegan a sus terminales, las que son procesadas en una tarjeta electrónica para calcular, almacenar y registrar los consumos en una pantalla digital.

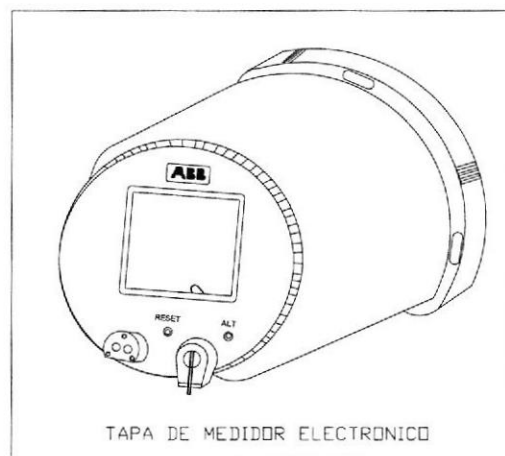
Los parámetros que registra el medidor, así como también las señales y etiquetas que muestran en pantalla nos sirven para realizar revisiones de rutina.

Este tipo de equipos suministra más información que un medidor electromecánico convencional, por lo que es importante conocer y asimilar su lenguaje de comunicación lo que nos ayudará como herramienta a fin de determinar su condición de operación en sitio.

**8.1.2.- Componentes del medidor electrónico**

El medidor de estado sólido tiene la **TAPA** fabricada con un recubrimiento de poli carbonato, designado para proteger el montaje interno del medidor. El material de la tapa es un químico que estabiliza los reflejos de radiación solar, produciéndose una mínima decoloración y reduciendo la calefacción interna.

La tapa tiene una ventana plástica limpia, transparente y resistente a la erosión y las condiciones ambientales que permite observar el display de cristal líquido del medidor.

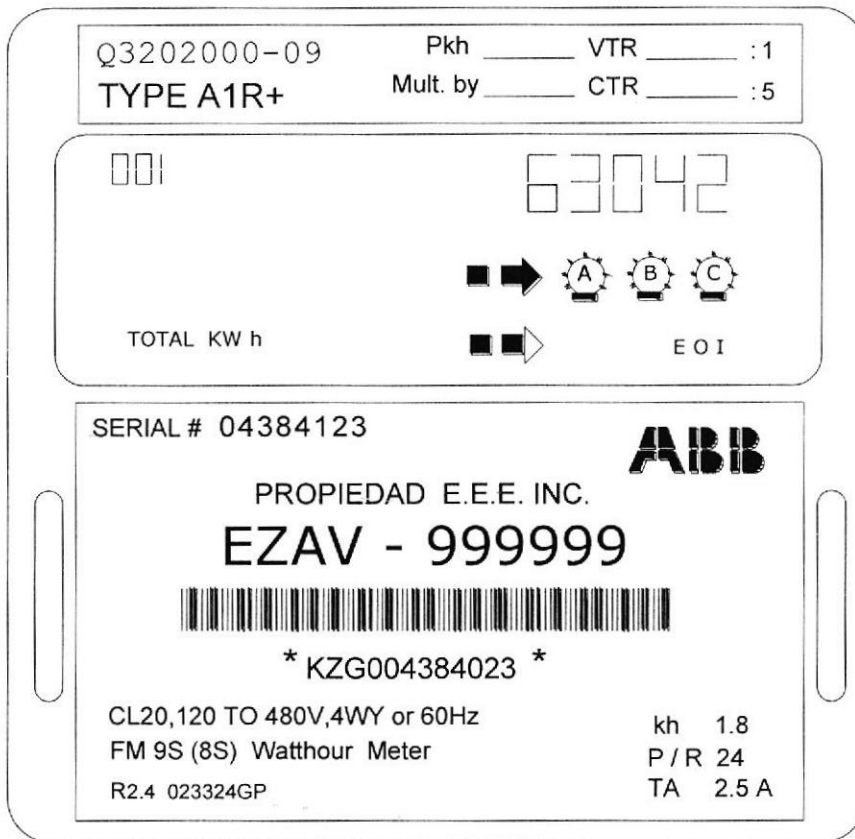




**8.1.3.- Placa característica de datos.**

Es donde se describen todos los datos de placa del medidor, aquí se definen los parámetros de funcionamientos, como el rango de voltaje que puede recibir, el amperaje de prueba, la forma del medidor, la clase, el tipo, el Kh, la marca, etc.

**PLACA CARACTERISTICA DE DATOS  
DE UN MEDIDOR ELECTRONICO**

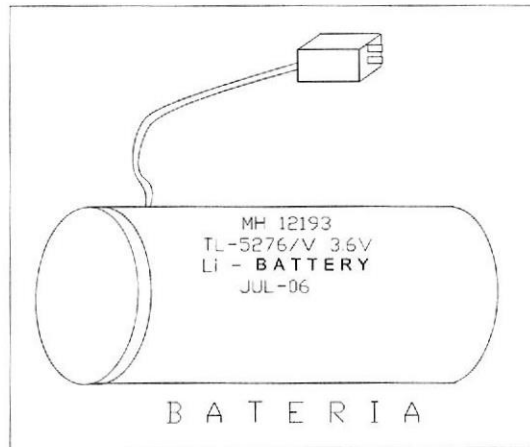


**8.1.4.- Batería opcional.**

Trabaja a 3.6 voltios, tiene un tiempo de duración de 5 años a una temperatura de 25 ° Centígrados, y 2 años a 60 ° C, estas baterías están proyectadas a durar hasta 20 años. Es decir, que en un ambiente caluroso la batería pierde vida útil más rápidamente.

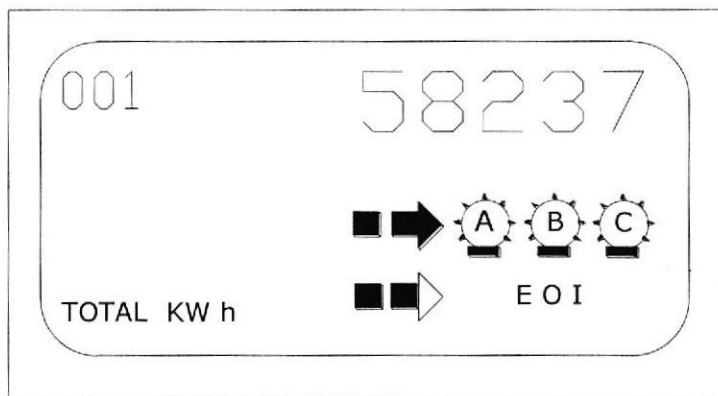
Su medida estándar para uso en industrias en el medidor ABB es ½ AA lithium batery y es usado solamente en el TOU del medidor ( Tiempo de Uso – Time Of Use) del medidor.

Podemos observar en la práctica que la hora del medidor se adelanta con la real del día, siendo esto una alerta que nos indica que la batería está baja o está por descargarse. En el medidor cuando la batería se descarga totalmente nos indica en el display su respectivo código de alerta.



**8.1.5.-Display.-** Esto es **Liquid Cristal Display (LCD)** el LCD es usado en el display del medidor y es la que nos presenta como pantalla los diferentes tipos de información del medidor.

### PANTALLA LCD



**8.1.6.- Fuente de poder del medidor.-** La energía del medidor es suministrada usando un amplio rango de voltajes que reciben valores desde **96** voltios hasta **528** voltios, convirtiéndose este dispositivo en polivoltaje o multivoltaje.

**8.1.7.- Cables de voltajes.**

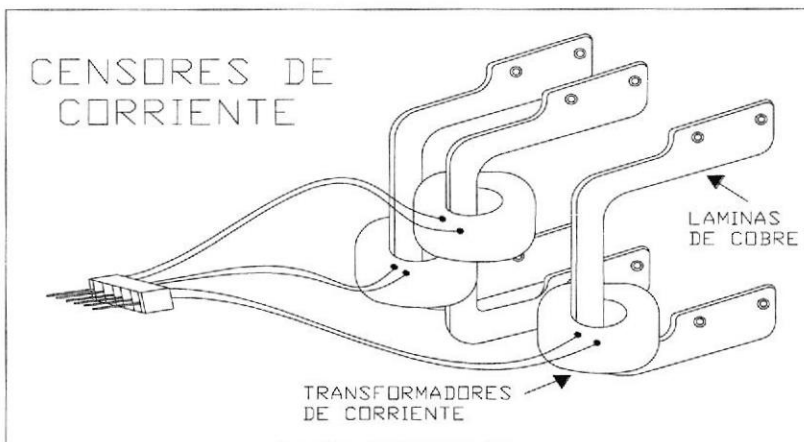
El medidor electrónico recepta cada fase de voltaje a través de divisores de voltajes (resistencias), para asegurar y mantener un nivel lógico lineal de voltaje y transferir un rango dinámico.

El Circuito Integrado del medidor internamente prueba la escala de energía siempre que por los divisores de resistencias mida un voltaje correcto.

**8.1.8.- Sensores de corrientes**

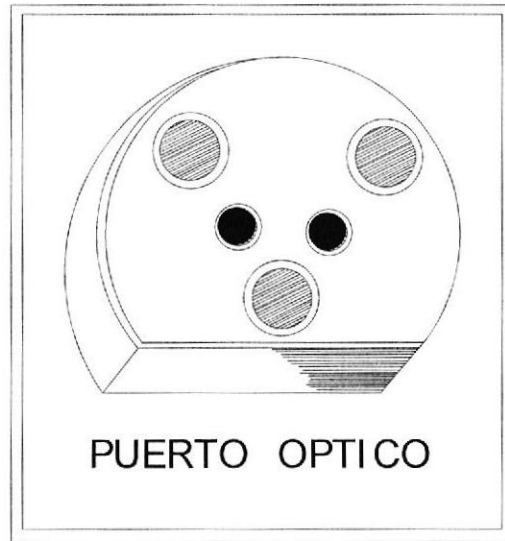
El medidor electrónico recepta cada fase de corriente a través de un sensor de corriente a precisión en cada fase, el cuál reduce la línea de corriente proporcionalmente. Las líneas de voltajes y corrientes son censadas utilizando sensores especiales y divisores de voltajes respectivamente.

Las multiplicaciones y otros cálculos se llevan a cabo usando un Circuito Integrado (CI) el cual consiste en un Procesador de Señal Digital (DSP) construido con un Convertidor Analógico Digital capaz de mostrar cada valor de voltajes y corrientes.



**8.1.9.- Puerto óptico.**

Es aquel por donde se comunica el computador con el medidor para transferir los diferentes datos y programaciones vía pulsos. Está compuesto de un foto – transistor y un LED.



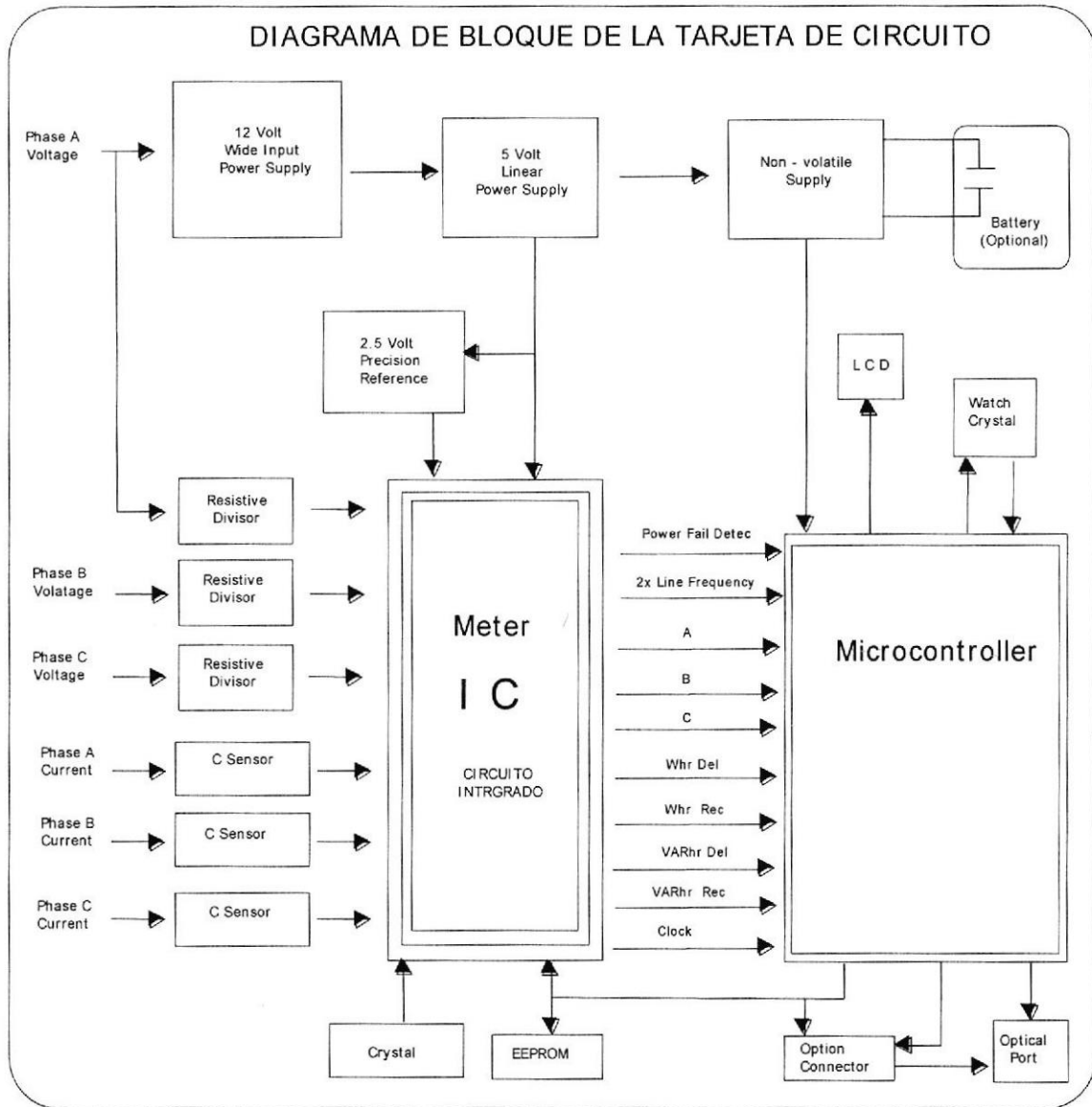
### 8.2.-Componentes electrónicos del medidor.

Una tarjeta principal contiene todos los circuitos electrónicos que constituyen el medidor y registro integral.

La tarjeta de circuitos contienen los siguientes componentes:

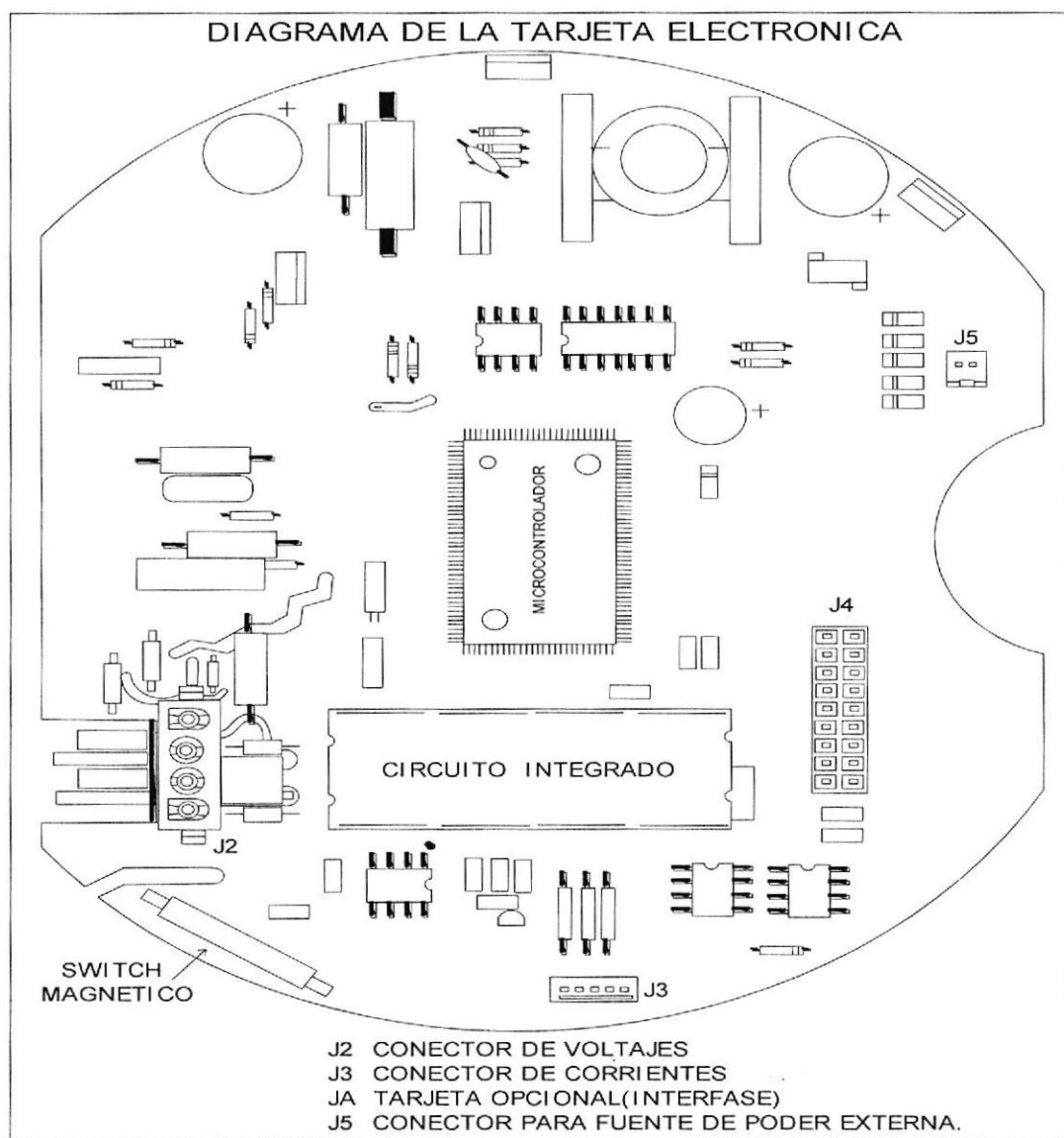
- A. Circuito Integrado (IC)
- B. Microcontrolador.
- C. Memoria EEPROM.
- D. Divisores de voltajes (resistencias) para las tres fases de voltajes.
- E. Resistencias de carga para los tres sensores de corrientes.
- F. Fuente de Poder.
- G. Oscilador de Cristal de Alta Frecuencia.
- H. Oscilador de Cristal de tiempo de 32 KHZ de Baja Frecuencia.
- I. Componentes del Puerto óptico.
- J. Display de Cristal Líquido (LCD).
- K. Tarjeta Opcional.

La memoria **EEPROM** es solo de lectura programable y borrrable eléctricamente. Es un chip de almacenamiento que se programa y se borra mediante la emisión de señales eléctricas.(Electrically Erasiable **P**rogramable Read Only Memory).



El circuito integrado del medidor contiene una tarjeta analógica digital, el cual convierte las medidas de voltajes y corrientes en pulsos para una determinada fase, y un procesador de señal digital que multiplican las señales apropiadamente.

Constantes calibraciones (almacenadas en la memoria EEPROM) son programadas dentro del medidor en la fábrica, y convierten partes de la apropiada multiplicación dentro del procesador de señal digital.



El CI del medidor contiene circuitos de fallo que responden a algunos mayores de 10ms de duración. Se pueden almacenar información como:

- Configuración de datos.
- Constantes.
- Uso de energía.
- Acumulación de demanda.
- Todos los datos de TOU.
- Número de reset de la demanda.

- Energía acumulada (outages).
- Acumulación de nombres y datos alternando comunicaciones.

**8.3.-Tipos, características y marcas de los medidores electrónicos.**

Existen 5 tipos de medidores electrónicos, para diferente aplicación en medición con sus respectivas características.

Adicionalmente también los podemos clasificar de acuerdo a la capacidad y tipo de información que pueden suministrar, lo que nos será útil para aprovechar correctamente estas cualidades en las revisiones en sitio.

El perfil de carga que posee el medidor FULCRUM, es una herramienta útil en el caso que se necesite estudiar el comportamiento de la carga de un determinado cliente en un período de tiempo y esta opción también se la puede obtener en las marcas GENERAL ELECTRIC modelo KV y ABB modelo ALPHA PLUS, siempre y cuando se realice la actualización de sus tarjetas (UPGRADE).

**8.3.1.- Tipos y características de medidores electrónicos.**

LETRA	TIPO DE MEDICION	VOLTAJE DE OPERACIÓN	MARCA
EB5	INDIRECTA	120 a 480, 1f, 2h	G.E., ABB
EB6	INDIRECTA	240V, 1f, 3 h	ABB
EZLV	DIRECTA	120 a 480 V, 3f, 4 h, delta o estrella.	G.E., ABB, Sch.
EZAV	INDIRECTA	120 a 480 V, 3f, 4 h, delta o estrella.	G.E., ABB,Sch.
EZAV	INDIRECTA	120 V, 3f, 4h, estrella.	Schu.

**8.3.2.- Capacidad de información que pueden suministrar los medidores electrónicos.**

LETRA	ABB	ABB(PLUS)	G.E. (KV)	Sch(Vectron)	Sch(fulcrum)
EB5	A,B		A, B, C, D, E.		
EB6	A,B				
EZLV	A,B		A, B, C, D, E.	A, B, C, D, E.	
EZAV	A,B	A, B, D, E.	A, B, C, D, E.	A, B, C, D, E.	
EZAV					A, B, D, F.

- **A:** Información para facturación.
- **B:** Códigos de Alerta y/o Error.
- **C:** Auto – Diagnóstico.
- **D:** Parámetros instantáneos.
- **E:** Herramienta para análisis y diagnóstico del servicio.
- **F:** Perfil de carga

**8.4.- Muestra de parámetros en la pantalla**

Los parámetros de información se muestran en pantalla en forma secuencial y cíclica con un identificador de parámetro asociado; el cual se ubica en la parte superior izquierda de la pantalla. Este identificador es un número que facilita reconocer que tipo de información que se está mostrando en pantalla sin necesidad de prestar atención a la etiqueta de identificación. Existen varios formatos de presentación de pantalla para el modo normal; uno de dos parámetros, otro de cinco parámetros y otro demás parámetros. Todos los medidores electrónicos a excepción del EZAY ( FULCRUM ), poseen los formatos de pantalla ,pero la información adicional que se muestra en pantalla tales como señales, etiquetas y simuladores de disco dependerán de la marca del medidor.

Estos indicadores y señales que muestra el medidor nos permite informarnos de su estado operativo y es la forma en que se comunica el equipo con la persona que lo instala o inspecciona.

**8.4.1.- Pantalla en modo normal de medidores de dos parámetros de cualquier marca para medidores EB5, EB6, EL, ELY y EZLV**

IDENTIFICADOR DE PARAMETRO	DESCRIPCIÓN
1	Lectura de Energía Activa KWH
2	Lectura de máxima Demanda KW.

**8.4.2.- Pantalla en modo normal de medidores - parámetros de lecturas.**

Nº	LECTURA	DESCRIPCION	HORARIO
1	<b>AΦ</b>	ENERGÍA ACTIVA TOTAL	24 Horas
2	<b>S1</b>	ENERGIA ACTIVA MADRUGADA	22H00 – 07 H00
3	<b>DΦ</b>	CONSUMO DEMANDA HORAS PICO	18H00 – 22H00
4	<b>OΦ</b>	CONSUMO DEMANDA OTRAS HORAS	07H00 – 18 H00
5	<b>FΦ</b>	CONSUMO DEMANDA MADRUGADA	22H00 – 07 H00
6	<b>RΦ</b>	ENERGIA REACTIVA TOTAL	24 Horas



### 8.5.-Parámetros del modo alterno de los diferentes medidores.

#### 8.5.1.- Parámetros del modo alterno de medidores GENERAL ELECTRIC tipo KV

Dependiendo de la forma del medidor (Ej. 4S, 16S, etc.), sólo aparecerán las magnitudes de voltaje, corriente y ángulo de fase de las fases existentes.

PARÁMETROS DEL MODO ALTERNO DE MEDIDORES, MARCA GE TIPO KV.	
IDENTIFICADOR DE PARAMETRO	DESCRIPCION
97	Identificador N° 1 del medidor.
98	Identificador N° 2 del medidor.
100	Tipo de Servicio.
101	Identificación del N° de programa del medidor.
102	Lectura de Kwh en el último reset.
103	Lectura de kwh Rate C. en el último reset. (TOU)
104	Lectura de Máx. Demanda en el último reset.
105	Factor de Potencia promedio.
106	Potencia Activa instantánea del sistema en KW.
107	Factor de Potencia instantáneo.
108	Voltaje de la fase A.
109	Angulo de voltaje de la fase A.
110	Voltaje de la fase B.
111	Angulo de voltaje de la fase B.
112	Voltaje de la fase C.
113	Angulo de voltaje de la fase C.
114	Corriente de la fase A.
115	Angulo de corriente de la fase A.
116	Corriente de la fase B.
117	Angulo de corriente de la fase B.
118	Corriente de la fase C.
119	Angulo de corriente de la fase C.



**8.5.2.- Parámetros del modo alterno de medidores EZAV, marca ABB tipo ALPHA.**

IDENTIFICADOR DE PARAMETRO	DESCRIPCION
1	Veces que se comunica el medidor con el computador.
2	Contador de salidas de servicio.
3	Fecha que se modificó el programa.
4	Fecha de la Demanda máxima en otras horas.
5	Hora en que sucedió la Demanda máxima en otras horas
6	Fecha de la demanda máxima en horas pico.
7	Hora que sucedió la Demanda máxima en horas pico
8	Lectura de Kwh en el último reset.
9	Lectura del kvarh en el último reset.
10	Contador de reset de la demanda.
11	Fecha actual.
12	Número del medidor.

**8.5.3.- Parámetros del modo alterno de medidores ABB tipo ALPHA PLUS en letra EZAV**

IDENTIFICADOR DE PARAMETRO	DESCRIPCION
001 22	Veces que se comunica el medidor con el computador.
002 23	Contador de salidas de servicio.
003 24	Fecha de la Demanda máxima en otras horas.
004 25	Hora en que sucedió la Demanda máxima en otras horas.
005 26	Fecha de la demanda máxima en horas pico.
006 27	Hora que sucedió la Demanda máxima en horas pico.
007 28	Lectura de Kwh en el último reset.
008 29	Lectura del kvarh en el último reset.
009 30	Contador de reset de la demanda.
010 31	Número del medidor.( a veces no sale el número, sale en blanco)

011	32	Tipo de servicio. (ABC -120 - 4Y ó ABC - 240 - 4d )
012	33	Potencia activa total del sistema. (SYS Watts )
013	34	Potencia aparente total del sistema. (SYS VA)
014	35	Potencia reactiva total del sistema. (SYS VAR)
015	36	Factor de potencia del sistema.
016	37	Voltaje de la fase A
017	38	Voltaje de la fase B
018	39	Voltaje de la fase V
019	40	Angulo de voltaje de la fase A
020	41	Angulo de voltaje de la fase B
021	42	Angulo de voltaje de la fase C
022	43	Corriente de la fase A
023	44	Corriente de la fase B
024	45	Corriente de la fase C
025	46	Angulo de Corriente de la fase A
026	47	Angulo de Corriente de la fase B
027	48	Angulo de Corriente de la fase C

#### 8.5.4.- Capacidad de suministro de información del medidor electrónico

LETRA	DESCRIPCIÓN
A	Registra energía activa
R	Registra energía activa y reactiva, con capacidad para tiempo de uso, si va acompañado con un número mayor o igual a 2, éste nos indica el número de períodos del tiempo de uso en que son registrados éstos parámetros.
D	Registra demanda y si va acompañado de un número mayor o igual a 2, éste nos indica el número de períodos del tiempo de uso en que son registradas estas demandas.
L	Indica la capacidad de registro en memoria del perfil de carga.

<b>Q</b>	Indica la capacidad de monitoreo de calidad de energía
<b>M</b>	Indica la disponibilidad de un modem de comunicación.
<b>C</b>	Indica la disponibilidad de relés, si va acompañado de un número mayor a 2, éste indica el número de relés que posee.
<b>B</b>	Indica la capacidad de registro en ambas direcciones (bidireccional)
<b>K</b>	Indica la combinación de monitoreo de calidad de energía con registro de perfil de carga (L + Q)
<b>S</b>	Indica la combinación de la capacidad de MODEM de comunicación y relés (M + C).

## EJEMPLOS:

- EZLV de características 1AD
- EZAV de características 1RD2L
- EZAV de características 2RD2L
- EZAV de características 2RD2LQ
- EZAV de características 2RD2KM, o también 2RD2LQM

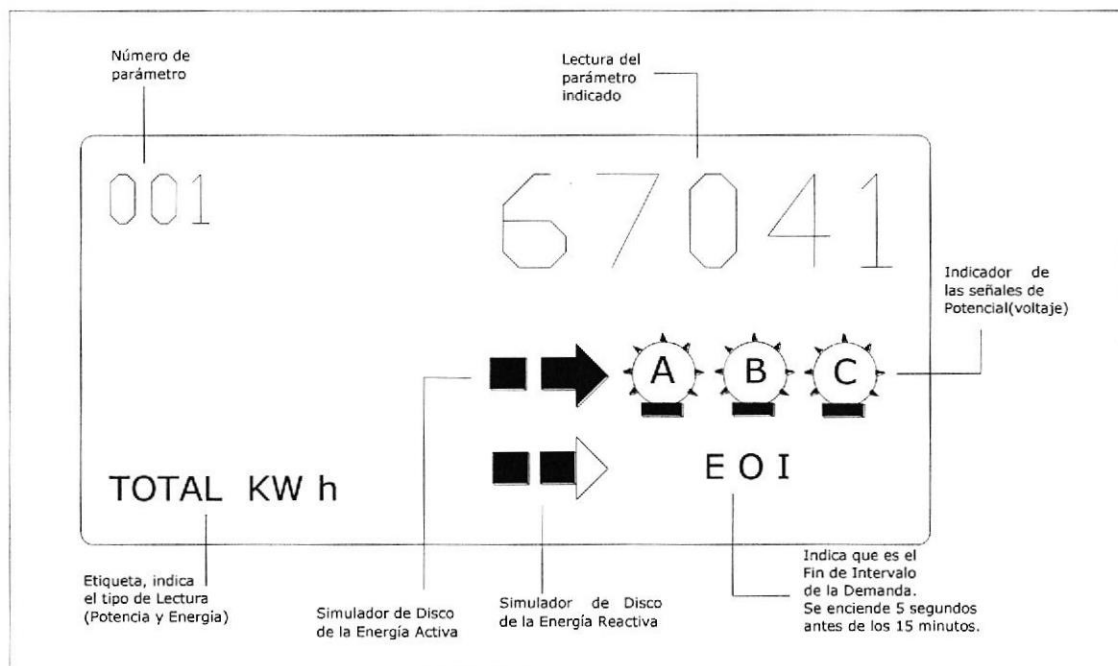
**8.6.- Indicadores de funcionamiento**

El formato de salida de los indicadores y señales de funcionamiento dependerá de la marca del medidor, pero básicamente presentarán el simulador del disco, los indicadores de potencial y las etiquetas que identifican el parámetro o el modo de presentación de pantalla.

**8.6.1.- Indicadores en medidores ABB (ALPHA Y ALPHA PLUS).**- Este equipo posee un simulador de disco; el cual está constituido por un cuadro pequeño de color negro; donde su velocidad de encendido o apagado (parpadeo) dependerá de la carga que tenga conectada el cliente.

Junto a este cuadro negro aparecerá una cabeza de flecha de igual color; la cual simulará el sentido de giro del medidor; en el caso que sea un medidor de energía activa y reactiva a la vez poseerá otro simulador de disco similar al descrito, el cual se ubica en la parte inferior, con la única diferencia que la cabeza de flecha que identifica el sentido de giro estará dibujada en silueta.

En otras palabras el sentido de giro de las flechas nos indicará en que cuadrante de energía está operando el medidor.

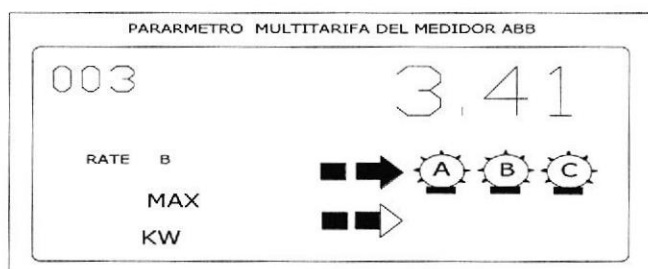


**A).- Indicadores y etiquetas de medidor abb**

Los identificadores de potencial se muestran como tres bombillos etiquetados con las letras A, B y C, correspondientes a cada una de las fases, ubicados en la parte inferior del registro de lectura; al haber la falta de algún potencial, el indicador de la fase correspondiente empezará a parpadear y solamente si se recupera el potencial provoca la activación de una alerta, las cuales describiremos más adelante.

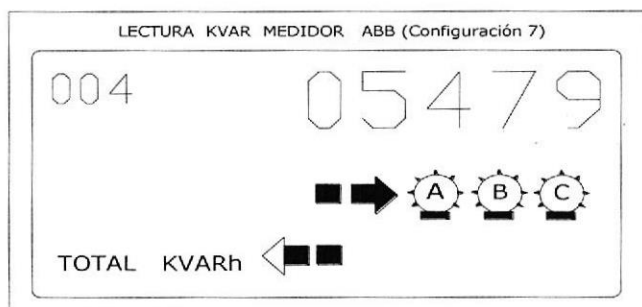
De las etiquetas que muestra el medidor, existe una que nos advierte que el intervalo de integración de la demanda está por culminar; encendiéndose los últimos 5 segundos de la duración de cada intervalo de integración de 15 minutos, mostrando las letras EOI ( End Off Interval ) en la parte inferior derecha de la pantalla.

Otras de las etiquetas que también muestra este equipo son las que aparecen cuando se registran las demandas máximas a diferentes horarios. Es decir la multitarifa.



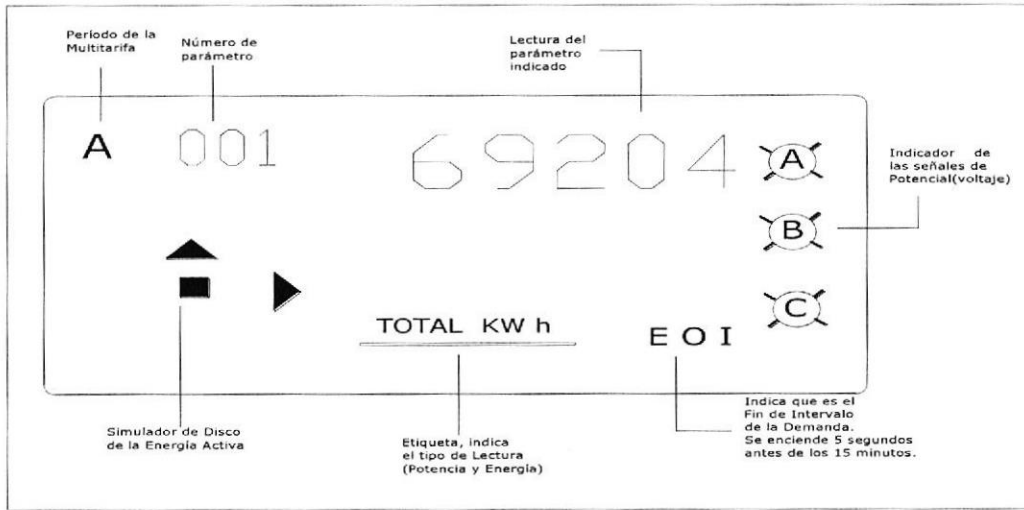
En la programación que actualmente se utiliza, el parámetro (003) corresponde a la lectura de la demanda máxima en horas punta de 18h00 a 21h00 y acompañado a esta lectura aparecerá la etiqueta RATE B, el parámetro (002) corresponde a la demanda máxima en otras horas por lo que aparecerá la etiqueta RATE A, confirmándose en ambos casos el período de ocurrencia de cada demanda.

En la lectura de la energía reactiva, a más del número que identifica al parámetro parecerá la etiqueta KVARH, como en el siguiente gráfico.



#### 8.6.2.- Indicadores en medidores GENERAL ELECTRIC ( Kv ).

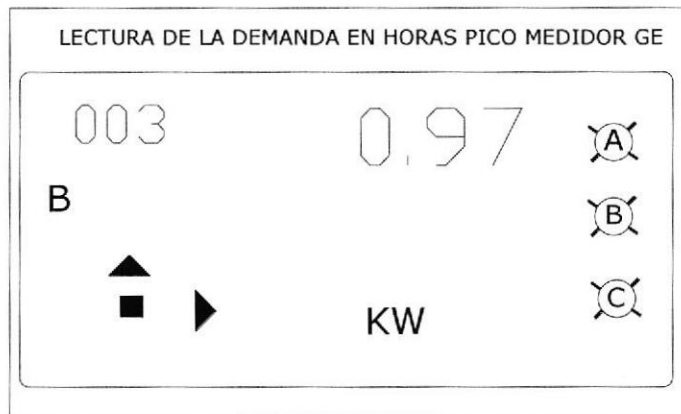
Los indicadores y señales de este medidor son similares al ABB, pero presenta algunas variantes en su simulador de disco, se puede observar que el simulador está constituido por un cuadro pequeño de color negro, el que se desplaza en un determinado sentido. En la ruta del recorrido de este cuadro se encuentran dos flechas indicadoras, la una ubicada horizontalmente y la otra verticalmente; la dirección en que apuntan estas flechas nos indicará el cuadrante de energía en que está operando el medidor; es decir si la flecha de orientación horizontal apunta hacia el lado derecho y la flecha orientación vertical apunta hacia arriba, indica que el medidor está operando en el primer cuadrante; es decir potencia y energía activa que consume o recibe el cliente y potencia y energía reactiva que recibe el cliente.



**A).- Lectura de KWH de medidor G.E (KV)**

En cuanto a los indicadores de potencial se muestran de manera muy similar al de la marca ABB, pero ubicados en forma vertical en la parte derecha de la pantalla y con el mismo efecto de parpadeo en caso de ausencia de cualquiera de las señales de potencial.

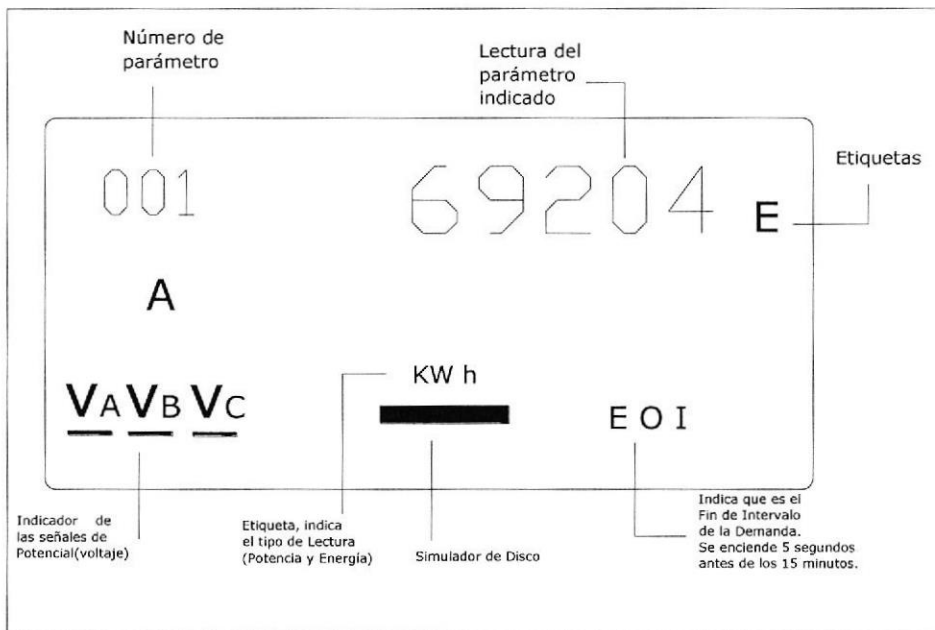
Las etiquetas se muestran para los parámetros de energía y demanda; las demandas máximas en diferentes horarios no llevan etiquetas del período en que ocurrieron, pero en cambio aparece la identificación de período de multitarifa que está transcurriendo. La culminación de cada período de integración de la demanda es similar al descrito en la marca ABB. , como en el siguiente gráfico.



**8.6.3.- Indicadores en medidores SCHLUMBERGER (VECTRON).**

En este tipo de medidores su simulador de disco es muy sencillo y solamente se limita a mostrarnos el sentido y velocidad giro; lo cual dependerá de la carga que este midiendo y si es consumo o entrega de energía. Sus indicadores de potencial están conformados por letras, VA,

VB y VC que parpadean en el momento que una de las señales falte y se ubican en la parte inferior izquierda de la pantalla. Las demandas máximas que sucedieron en diferentes períodos tienen etiquetas que identifican el período de multitarifa, esta etiqueta tiene la particularidad de parpadear cuando está transcurriendo el período de la multitarifa que se está mostrando en pantalla. Las lecturas de energía activa y reactiva van acompañadas de la letra E; la que se ubica en el lado derecho de la lectura y que nos anuncia que son valores totales.



Los formatos de salida de los parámetros de lectura de energía en todos los medidores electrónicos serán dígitos, todos enteros. El formato de salida para las lecturas de demandas máximas difieren entre un medidor de medida directa y uno de medida indirecta; es decir para los medidores de medida indirecta presentará un número de tres dígitos constituidos de un entero y dos decimales y para el caso de los medidores de medida directa, presentará el registro de la demanda con un número de tres dígitos conformado por dos enteros y un decimal. La lectura de los diferentes registros que muestra el medidor se debe realizar de forma directa sin efectuar ninguna aproximación; simplemente lo que muestre en pantalla.

**8.7.- Acceso a los diferentes modos de información.**

Este tipo de equipo puede suministrar mucha información de la cual una parte está siempre visible y se la conoce como modo NORMAL, la información que se encuentre oculta se la ubica en tres modos de presentación diferentes, los cuales son modo ALTERNO, modo de PRUEBA y en los medidores de última tecnología el modo DIAGNOSTICO. Los modos de presentación son una secuencia determinada de parámetros de información la que se activa o desactiva a través de algún dispositivo en el medidor. La información suministrada en el modo NORMAL es la que



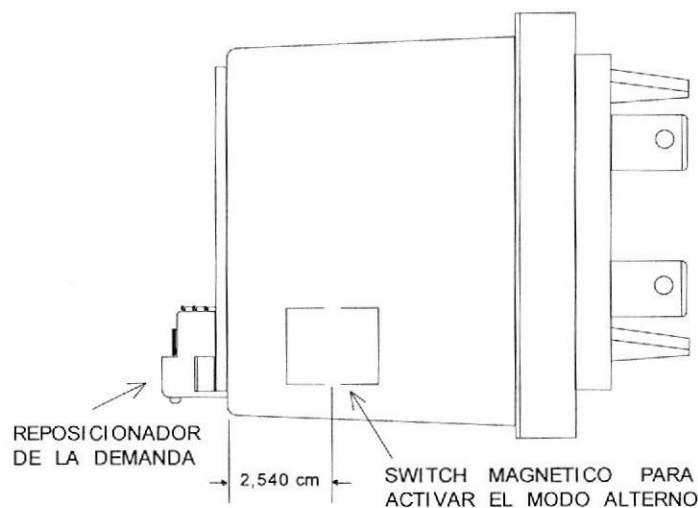
permanentemente se observa en la pantalla del medidor y su secuencia de parámetros se las indica en los formatos de pantalla.

### 8.7.1.- Acceso al modo alterno.

La información que se encuentra en este modo quizá no sea muy relevante para la facturación, pero los parámetros que se ha programado servirán de gran ayuda para una revisión de rutina, en el caso que se desee conocer datos adicionales referentes al cliente; por ejemplo se puede encontrar la cantidad de RESETS que se han realizado al medidor, el número de veces que ha sufrido una desconexión, las fechas y horas en que sucedieron las demandas máxima en diferentes horarios, las lecturas tomadas en el mes anterior, etc.; el uso de estas lecturas servirá para formar criterios sobre la utilización de la energía por parte del cliente así como también las acciones que deba tomar la compañía en caso de alguna anomalía.



En los medidores de la marca ABB el acceso a este se lo realiza levantando la clavija del reposicionador de la demanda, girándola hacia la derecha y presionándola; casi al instante aparecerán las letras ALT en la parte inferior de la pantalla que nos confirmará que estamos en el modo alterno; presentándonos de forma secuencial los parámetros ocultos en este modo; una vez que termine de mostrar todos los parámetros programados regresará al modo NORMAL. En los medidores de marca GENERAL ELECTRIC y Schlumberger para acceder al modo alterno tenemos que valernos de la activación de un switch magnético, activándolo en el lugar que indica el fabricante y durante el tiempo necesario hasta que aparezcan las letras ALT, mostrando los parámetros que se encuentre en este modo de presentación.



(Aplicación de magnetismo para activar el modo alterno.)

#### 8.7.2.- Acceso al modo prueba.

Este modo de presentación de información, muestra parámetros de KWH, KW de demanda máxima, números de pulsos contados a partir de un reset y KW instantáneos, los cuales pueden ser útiles en la verificación de medidores en el Laboratorio y solamente se pueden activar a través de un swicht de posición o botón ubicado en la carcasa interior del medidor; es decir se necesita sacar la tapa de Lexan para activar este modo. Este es el único modo de información que se activa o desactiva mediante un swicht mecánico y se lo identifica por la etiqueta TEST que parpadea durante su activación.

#### 8.8.- Restablecimiento de la demanda.

Al igual que todo medidor que tiene capacidad para registrar demandas máximas sea este electromecánico, híbrido o electrónico; siempre se deberá tomar todas las lecturas antes de realizar el RESET o restablecimiento de la demanda.

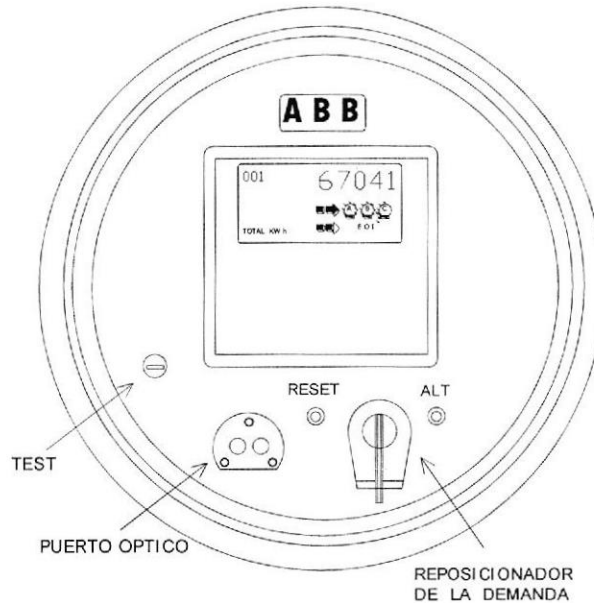
Realizar el restablecimiento de las demandas máximas, significa borrar el registro o los registros de las demandas máximas ocurridas hasta antes de la ejecución del reset, es decir los registros de estos parámetros se volverán ceros y el medidor estará listo para registrar las nuevas demandas máximas. Al realizar el restablecimiento de la demanda, los registros de lectura de KWH y KVARH no se borrarán, es más continuarán sumando los consumos siempre y cuando exista carga.

La acción del reset es sencilla; primeramente se retira el sello de plástico del seguro del reposicionador de la demanda, luego se levanta la barra y por último se la presiona.

Esta acción provocará que en la pantalla aparezcan ceros, tanto en los identificadores de parámetros como en el lugar donde aparecen las lecturas, lo que nos confirmará que el RESET se

realizó con éxito; luego de unos segundos desaparecerán los ceros de la pantalla y empezará a mostrarse los parámetros normales; pero el contador de RESETS que se encuentra oculto en la memoria del medidor lo registrará y sumará.

Una vez realizada la acción del RESET, se procederá a la ubicación de un nuevo sello; del cual se reportará su número de identificador.



(Mecanismos de localización de botones de reset / alt)

**8.9.1.- Información de la placa característica.**

- A. Capacidad del medidor (Clase ANSI).
- B. Configuración de las conexiones del medidor (Forma ANSI).
- C. Voltaje de operación.
- D. Corriente de prueba.
- E. Constante del disco ( Kh ).
- F. Clase de energía que mide (Activo / Reactivo).
- G. Tipo y marca del medidor.

**8.9.2.- Información de la pantalla ( Display ).**

- A. Indicadores de Potencial.
- B. Códigos de alerta y/o error si están presentes.
- C. Etiquetas de información.
- D. Simulador de disco.

# **CAPITULO 9**

## **SEÑALES DE PRECAUCIÓN, ALERTAS, ERRORES DE LOS MEDIDORES DE MEDICIÓN INDIRECTA**



## 9.- Señales de precaución, alertas, errores de los medidores de medición indirecta.

Es importante saber y tener en cuenta como todo profesional eléctrico que cuando se está a cargo de un proyecto eléctrico o un sistema en medición y estos en su registros de los medidores poseen un error es necesario saber cómo plantear solución al problema, es por eso que en este capítulo se detallan los errores que se dan en los medidores utilizados en las mediciones indirectas.

### 9.1.- Códigos de alerta, error, contadores de diagnósticos

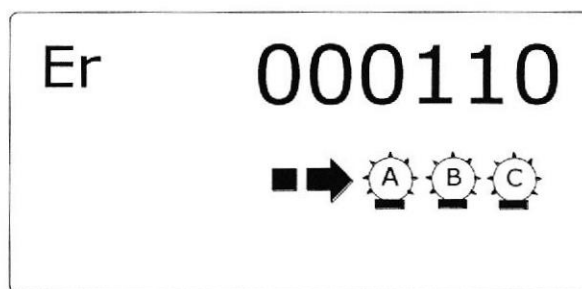
Existen dos tipos de códigos que nos advierten del estado o funcionamiento del medidor y que nos ayudarán a determinar la acción que debemos tomar para corregir los problemas a tiempo, esto son los códigos de error y los códigos de alerta.

### 9.2.- Códigos de error.

Los códigos de Error son aquellos que nos advierten de una posible situación o estado grave del medidor que implica una reparación o reemplazo urgente del equipo por daños internos.

La emisión de un código de error por lo general viene acompañado de las letras **Er**, ubicadas en la parte superior izquierda de la pantalla, y en algunas casos dependiendo de la gravedad del daño permanecerá congelado hasta su reparación; debido a esta particularidad en algunos casos no se podrá tomar lecturas mientras exista este problema.

La codificación del número de error varía de una marca de medidor a otra, pero lo importante es que su aparición nos alerta a tiempo para corregirlos.



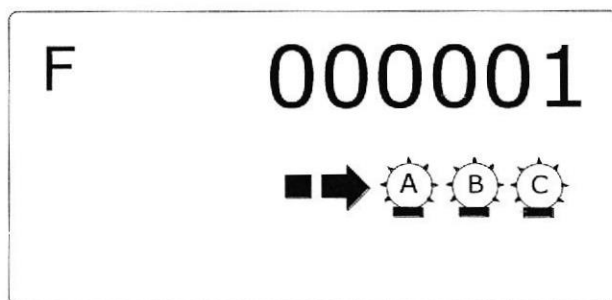
### 9.3.- Códigos de alerta.

Los códigos de atención o alerta son aquellos que nos proporcionaran información sobre las condiciones en que está funcionando el medidor; es decir nos advierten de una situación no normal de operación tales como la falta de señales de potencial, exceso en el límite máximo de demanda, batería baja, etc., que pueden solucionarse corrigiendo las conexiones ó reemplazando el elemento gastado.

Los más comunes de encontrar son aquellos que indican batería baja, o el que indica que la demanda máxima actual excede el tope de la escala del medidor que fue programada, pero la notificación inmediata de la aparición de alguno de ellos y claramente identificado ayuda a determinar si la solución se la puede dar en sitio o si hay necesidad de regresarlo al Laboratorio para su diagnóstico y reparación.

En algunas marcas de medidores como en el caso de la marca Schlumberger, estas atenciones o alertas son definidas como ERRORES NO FATALES, en otras palabras que no repercuten de gravedad, pero su identificación sigue siendo Er y la forma de identificarlos es cuando pasan a formar parte de la secuencia de parámetros del modo normal, en cambio los errores considerados graves se quedan congelados en la pantalla. En otras marcas de medidores, estas alertas se las identifica con otras nomenclaturas. Los códigos de alerta para medidores de la marca ABB, sean para el ALPHA o ALPHA PLUS, vienen acompañados de la letra **F**; la cual se antepone al código.

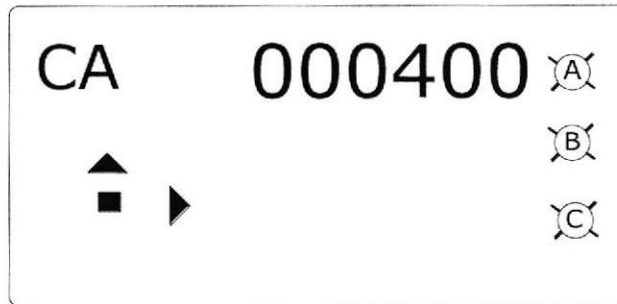
### 9.3.1.- Código de alerta de medidor ABB



Cuando se activan los códigos de alerta en esta marca de medidor, aparecen como un parámetro más de la información del modo NORMAL; por lo que no se interrumpe la salida de información de las lecturas para facturación por ejemplo si tenemos un medidor que emite 2 parámetros en el modo normal, al existir una alerta, la información del modo normal tendrá 3 parámetros de salida, donde el último parámetro será código de alerta.

A los códigos de alerta de los medidores de marca General Electric del tipo KV, siempre se le anteponen las letras **CA** y se intercalan como último parámetro en la secuencia del modo normal, es decir a pesar de estar presente el problema, el medidor mostrará todas las lecturas de los parámetros que se utilizan para la facturación.

### 9.3.2.- Código de alerta de medidor GENERAL ELECTRIC (KV)



A diferencia del medidor de marca ABB los códigos de alerta del medidor General Electric nos advierte exclusivamente sobre problemas operativos del medidor, es decir falta de señales, flujos de potencia inversa, etc. y no influye problemas operativos de su tarjeta.

Al existir varios problemas que puedan activar algunos códigos de alerta; no implica que se añadirán a la secuencia de parámetros tantos códigos como problemas existan, simplemente aparecerán las letras **F** o **CA** que identifican la alerta y a continuación la fusión de los códigos de las alertas que hubiere.

Los códigos de alerta nos pone sobre aviso de dos problemas operativos en el medidor; el primero que es giro invertido del disco ( polaridades invertidas ) y el segundo que nos indica que la demanda máxima del cliente a sobrepasado el límite máximo preestablecido ( alerta de sobrecarga ); se observará además en los simuladores de disco en sentido contrario confirmando ésta anomalía.

Siempre existirán fusiones de códigos de Alertas o Errores, pero en ningún caso la fusión de los dos a la vez, porque en el caso de existir ambos, prevalecerá solamente la aparición del código de error por considerarse más grave. Los códigos de alerta desaparecerán cuando el problema que lo activa se lo corrija.

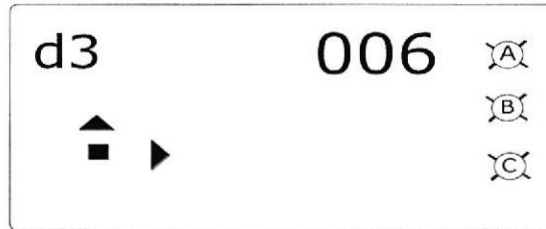
### 9.4.- Descripción de los contadores de diagnósticos.

En la presentación de los contadores de eventos en el modo DIAGNÓSTICO, el formato de salida consta del identificador y el contador, el cual es un número que representa la cantidad de veces que ha sucedido el evento identificado en pantalla.

En los medidores GE. Y Schlumberger al activar el sistema del modo Diagnóstico todos los contadores de eventos se muestran como parte de los parámetros de este modo de información.

Los objetivos principales del sistema de diagnóstico son visualizar el diagrama fasorial del sistema que alimenta al medidor y mostrar la cantidad de eventos sucedidos en su operación cotidiana.

**9.4.1.- Salida de pantalla de un contador de eventos en medidor G.E.**



En los medidores Schlumberger tipo Vectron, la secuencia de presentación de los parámetros de diagnósticos es muy similar al del General Electric.

En los medidores Vectron los diagnósticos del servicio se los puede programar para que se activen como alerta en el momento que suceda el evento y se incluyan como parte de la secuencia de salida de cualquiera de los modos de presentación de pantalla.

**9.5.- Códigos de error en los medidores utilizados en las mediciones indirectas por marca**

**9.5.1- Código de error de medidores electrónicos marca ABB TIPO ALPHA U ALPHA PLUS.**

CODIGO DE ERROR	DESCRIPCION
Er 000000	Pantalla inhibida por un código de atención
Er 000001	Falla en batería o en energía de respaldo
Er 000010	Falla en el cristal oscilador
Er 000100	Error en la configuración de memoria
Er 010000	Error de incompatibilidad de una función extendida

**9.5.2.- Código de error de medidores electrónicos marca GENERAL ELECTRIC tipo KV.**

CODIGO DE ERROR	DESCRIPCION
Er 000002	Falla en batería o energía de respaldo
Er 000020	Medidor con bloqueo
Er 000100	Falla en la memoria RAM
Er 000200	Falla en la EEPROM
Er 000300	Falla en la EEPROM y el RAM a la vez
Er 001000	Error en el microprocesador o en la memoria ROM
Er 010000	Error de paridad en la tarjeta de perfil de carga
Er 100000	Falla en el convertidor analógico- digital
Er 200000	Error en la configuración del DSP
Er 300000	Error en el convertidor A/D y en el microprocesador.



**9.5.3.- Códigos de error de medidores electrónico marca SCHLUMBERGER tipo (FULCRUM).**

CODIGO DE ERROR	DESCRIPCION
Er 00000	Falla en batería o energía de respaldo
Er 000010	Falla en la EEPROM
Er 000100	Falla en la memoria RAM
Er 001000	Falla en el EPROM
Er 010000	Falla en Mass Memory o en el reloj para el TOU
Er 100000	Demanda excede el tope programado.
Er 000300	Pérdida de la fase B ó C

**9.5.4.- Código de atención o alerta de medidores electrónicos marca ABB modelos ALPHA y ALPHA PLUS Y GENERAL ELECTRIC.**

CODIGO DE ALERTA	DESCRIPCION
CA 000001	Batería baja (sólo clase 20)
CA 000010	Medidor sin programar(usa parámetros de fábrica)
CA 000400	Pérdida de señal de potencial de fase
CA 004000	Demanda máxima actual excede a la demanda Máxima programada
CA 040000	Existencia de reactivos en adelanto.
CA 400000	Rotación inversa o giro invertida

Este código de alerta indica que cualquiera de los valores de voltajes de fase a neutro está sobre los 132 voltios, o por debajo de los 102 voltios, o sus desfases angulares no son los correctos.

**9.6.- Descripción de los contadores de diagnósticos de medidores electrónicos GENERAL ELECTRIC (KV).**

ETIQUETA	DESCRIPCION
d1	Verifica polaridad, cruce de fase y flujo de energía
d2	Verifica el desbalance de los voltajes
d3	Verifica la falta de corriente en cualquier de las fases
d4	Verifica el desbalance de las corrientes
d5	Verifica la presencia de Armónicos en el sistema
d5A	Verifica la presencia de armónicos en la fase A
d5B	Verifica la presencia de armónicos en la fase B
d5C	Verifica la presencia de armónicos en la fase C

d6	Verifica la presencia de bajo voltaje
d7	Verifica la presencia de sobre voltaje
d8	Verifica la presencia de alta corriente en el neutro.

**9.6.1.- Descripción de los contadores de diagnósticos de medidores electrónicos marca SCHLUMBERGER tipo VECTRON (MALL DEL SOL).**

ETIQUETA	DESCRIPCION
d1	Verifica polaridad, cruce de fase y flujo de energía
d2	Verifica el desbalance de los voltajes
d3	Verifica la falta de corriente en cualquier de las fases
d4	Verifica el desplazamiento del ángulo de fase
d5	Verifica la presencia de Armónicos en el sistema.

**9.7.-Código de error de medidores electrónicos marca SCHLUMBERGER tipo VECTRON.**

**A) Errores no fatales**

CÓDIGO DE ERROR	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
Er 000001	Batería baja (voltaje)	Reemplazar batería (TOU/MM)
Er 010000	Reloj / TOU/ Mass Memory error	Reprogramar medidor y verificar operación
Er 100000	Full Scala Overflow	Programar la escala excedida
Er 007000	Dirección Reversa	El flujo de la red en las fases está en dirección invertida / realizar reset o reprogramar el medidor.

**B) Errores fatales**

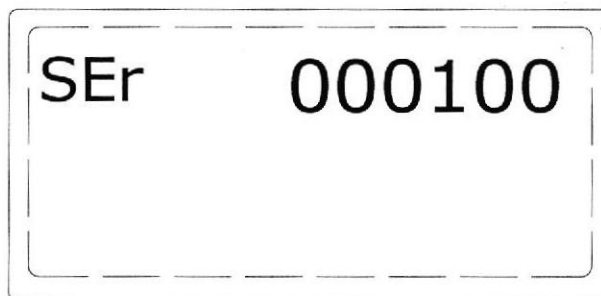
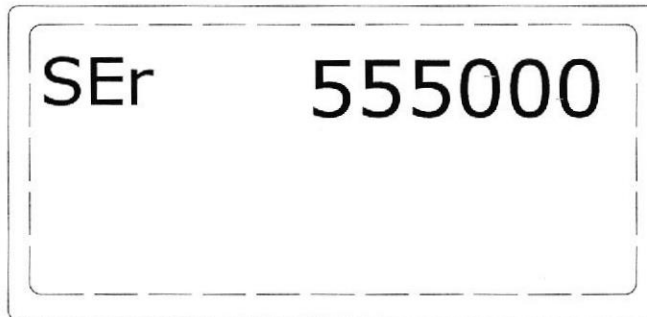
CÓDIGO DE ERROR	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
Er 000010	EEPROM	EEPROM
Er 001000	RAM	RAM
Er 111111	Power Down error meter	Power Down error meter
Er 777777	Front-End Processor errors	Front-End Processor errors
Er 777779	Microprocesador	Microprocesador
Er777775	Error de Comunicación	Error de Comunicación

Cuando aparece en la pantalla la codificación **SER 555000** implica que el medidor ha realizado las pruebas de **voltajes** y no las ha logrado identificar el tipo de servicio por cualquiera de los siguientes problemas:

- 1.- Todas las magnitudes de fase a neutro sobrepasan los 132 V ó son inferiores a 102 V.
- 2.- Los ángulos de voltajes están fuera de rango  $\pm 15^\circ$ .
- 3.- Cuando el medidor se lo ha conectado previamente con otra configuración de voltajes en la cual queda bloqueada la memoria el tipo de sistema y se lo conecta a otro sistema, este no reconocerá la nueva configuración hasta después de 24 horas o pasada la medianoche cuando nuevamente realiza la verificación automática.

Generalmente se debe a problemas en el neutro ubicado en la base tipo socket, en el yugue de los potenciales o por un cable de señal de potencial ajustado con su forro plástico y en otros casos debido a que el voltaje que tiene el cliente en su banco de transformadores es muy elevado por la ubicación de sus TAPs y la poca carga que puede tener al momento de la conexión.

**Servicio de voltaje inválido (ser 555000) y corriente de prueba errónea (000100)**



9.8.- Condiciones de error en los voltajes y corrientes de servicio.

CONDICION DE ERROR EN LOS VOLTAJES DE SERVICIO	PREFIJO	SALIDA EN PANTALLA
Magnitudes y ángulos de voltajes correctos sistema secuencia ABC	AbC	1 2 0 4 Y
Magnitudes y ángulos de voltajes correctos sistema estrella secuencia CBA	CbA	1 2 0 4 Y
Magnitudes y ángulos de voltajes correctos sistema delta secuencia ABC	AbC	2 4 0 4d
Magnitudes y ángulos de voltajes correctos sistema delta secuencia CBA	CbA	2 4 0 4d
Magnitudes ó ángulos de voltajes desconocidos	SEr	5 5 5 0 0 0

CONDICION DE ERROR EN LAS CORRIENTES DE SERVICIO	PREFIJO	SALIDA EN PANTALLA				
		AMPERIOS				
		A	B	C		
Corrientes correctas	S Y S	P	A	S	S	
Falta de corriente en fase A	S Er	0	0	0	1	0 0
Falta de corriente en fase B	S Er	0	0	0	0	1 0
Falta de corriente en fase C	S Er	0	0	0	0	0 1
Baja corriente en la fase A	S Er	0	0	0	2	0 0
Baja corriente en la fase B	S Er	0	0	0	0	2 0
Baja corriente en la fase C	S Er	0	0	0	0	0 2
Falta y Baja corriente en la fase A	S Er	0	0	0	3	0 0
Falta y Baja corriente en la fase B	S Er	0	0	0	0	3 0
Falta y Baja corriente en la fase C	S Er	0	0	0	0	0 3

Inapropiado Factor de Potencia en la fase A	SEr	0 0 0	4	0	0
Inapropiado Factor de Potencia en la fase B	SEr	0 0 0	0	4	0
Inapropiado Factor de Potencia en la fase C	SEr	0 0 0	0	0	4
Potencia Inversa en la fase A	SEr	0 0 0	5	0	0
Potencia Inversa en la fase B	SEr	0 0 0	0	5	0
Potencia Inversa en la fase C	SEr	0 0 0	0	0	5
Inapropiado Factor de Potencia y Baja corriente en la fase A	SEr	0 0 0	6	0	0
Inapropiado Factor de Potencia y Baja corriente en la fase B	SEr	0 0 0	0	6	0
Inapropiado Factor de Potencia y Baja corriente en la fase C	SEr	0 0 0	0	0	6
Potencia Inversa y baja corriente en fase A	SEr	0 0 0	7	0	0
Potencia Inversa y baja corriente en fase B	SEr	0 0 0	0	7	0
Potencia Inversa y baja corriente en fase C	SEr	0 0 0	0	0	7
Exceso de corriente en la fase A	SEr	0 0 0	8	0	0
Exceso de corriente en la fase B	SEr	0 0 0	0	8	0
Exceso de corriente en la fase C	SEr	0 0 0	0	0	8
Exceso de corriente e inapropiado factor de potencia en la fase A	SEr	0 0 0	c	0	0
Exceso de corriente e inapropiado factor de potencia en la fase B	SEr	0 0 0	0	c	0
Exceso de corriente e inapropiado factor de potencia en la fase C	SEr	0 0 0	0	0	c
Exceso de corriente y Potencia Inversa en fase A	SEr	0 0 0	d	0	0
Exceso de corriente y Potencia Inversa en fase B	SEr	0 0 0	0	d	0
Exceso de corriente y Potencia Inversa en fase C	SEr	0 0 0	0	0	d
<b>Nota:</b> Esta información aparece en el momento de energizar el medidor o si ya está en operación normal activar modo alterno, sea con el reposicionador de demanda o con el switch magnético.					

**9.9.- Cálculo de la demanda de prueba.**

La Demanda es la carga en los terminales que se recibe y que está promediada en los intervalos de tiempo.

$$P = V_{LN} * I_{prueba} * \# \text{ fases}$$

$$P = \sqrt{3} * V_{ll} * I_{prueba} / 1000$$

Para un EZLV = 120V \* 30Amp.\* 3 fases/1000 = **10.8 Kw** demanda de prueba

1,73 \* 208V \* 30 / 1000 = **10.8 Kw** demanda de prueba

EZAV =120V \* 2.5 \* 3 / 1000 =**0.9 Kw** demanda de prueba

1,73 \* 208V \* 2.5 / 1000 = **0.9 Kw**

EB5 = 240 \* 2.5\* 1 / 1000 = **0.6 KW** demanda de prueba

Los Medidores están programados para trabajar con la siguiente Demanda:

DEMANDA MAXIMA PROGRAMADA MEDIDA POR EL MEDIDOR		
CLASE	1 $\phi$ ( KW)	3 $\phi$ (KW)
20	4,8	8,3
200	60	60
100	60	60

9.10.- Cálculo del KH del medidor electrónico.

$$Kh = TA * V * N / 500$$

TA = amperios de prueba ; V = voltaje de prueba; N = número de elementos en serie. El Kh está determinado por 500 períodos de pulsos.

CALCULO DE LA CONSTANTE VATIO HORA (Kh)	
Cálculo Matemático	Kh
$2,5 * 120 * 1 / 500$	0,6
$240 * 1 / 500$	1,2
$2,5 * 120 * 3 / 500$	1,8
$5 * 240 * 1 / 500$	2,4
$5 * 240 * 3 / 500$	3,6
$5 * 240 * 3 / 500$	7,2
$30 * 240 * 1 / 500$	14,4
$30 * 120 * 3 / 500$	21,6

# **CAPITULO 10**

## **FACTURACIÓN Y COBRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE ACUERDO A LA MEDICIÓN.**





**10.-Facturación y cobro de la energía eléctrica de acuerdo a la medición.**

En este capítulo se detalla el cobro de la energía eléctrica por parte de las empresas que suministran el servicio de la energía eléctrica.

Es importante para todo profesional eléctrico saber cómo se da el cobro de la energía eléctrica ya que si se está a cargo de un proyecto eléctrico es necesario controlar el consumo de energía eléctrica no solo para evitar un mayor consumo si no también para el ahorro de la energía eléctrica.

**10.1.- Facturación y cobro de la energía eléctrica de acuerdo a la medición.**

- ✓ **Consideraciones e interpretación de la facturación de una planilla de consumo eléctrico para el ahorro de energía y su buen consumo**

**10.2.- Objetivos y alcance.-** El presente capítulo establece las Normas Legales y los procedimientos de cálculos con fórmulas matemáticas que se emplean para interpretar la estructura y facturación de una planilla de consumo eléctrico mensual de acuerdo a las Tarifas aplicables vigentes destinadas al consumidor final y de acuerdo a las disposiciones del CONELEC que actualmente rigen con el Reglamento de Tarifas para el Sector Eléctrico.

**10.3.- Pliego tarifario.-** Es el reglamento el cual está sujeto a las disposiciones que emanan de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y del Reglamento de Tarifas. El Pliego Tarifario contiene las Tarifas al consumidor final, tarifas de transmisión, peajes de distribución, tarifas de alumbrado público y las fórmulas de reajustes correspondientes. Este Pliego tarifario lo emite el CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), este un ente autónomo REGULADOR que elabora las leyes y reglamentos, para que el CENACE (Centro Nacional de Control de Energía) las haga cumplir, siendo este un ente OPERADOR.

**10.4.- Facturación.-** A los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendario. En caso de que un medidor de un abonado no haya sido leído su lectura por alguna causa justificada, la factura mensual se calculará sobre la base del consumo promedio de los tres últimos meses facturados, hasta que se normalice la toma de lectura.

**10.5.- Código de cuenta.-** Es la numeración que se le asigna al cliente, equivalente a su identificación, este código está acompañado del número de Ciclo para clientes con demanda.

**10.6.- Tipo de tarifa.-** Se aplica a los consumidores que han sido sujeto al análisis en la contratación del servicio, es decir, la Tarifa va de acuerdo a su respectivo análisis de carga, razón social y nivel de voltaje al cual pertenece con la contratación del servicio eléctrico.

Tenemos tres tipos de tarifa, que son: Residencial; General y Alumbrado Público.

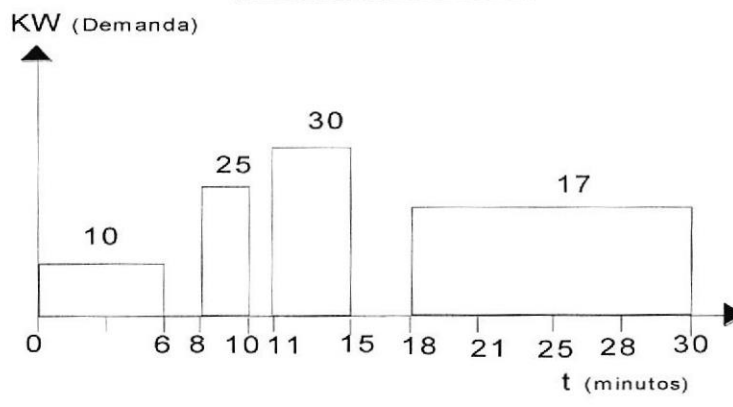
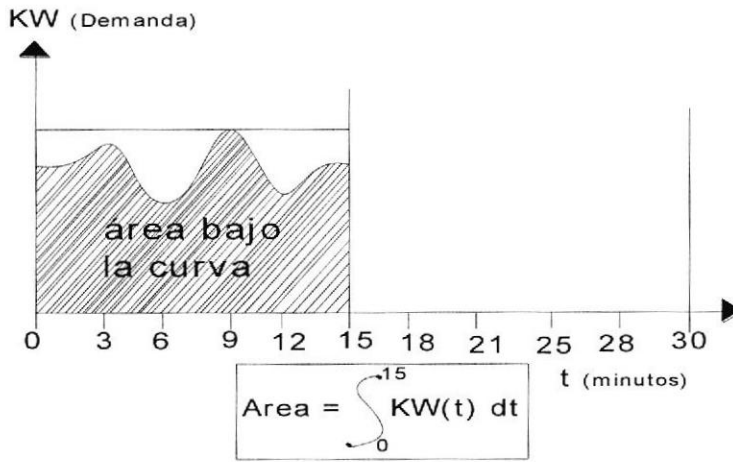
**A).- Tarifa residencial.-** Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico y a los de bajo recursos y bajos consumos que tienen integrada una pequeña actividad comercial o artesanal.

**B).- Tarifa general.-** Corresponde al servicio eléctrico destinado a categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la prestación de servicios públicos y privados, y la industria, así tenemos: Locales y establecimientos públicos o privados comerciales o de carácter fabril o industrial; Plantas de radio, televisión y en general de servicios de telecomunicaciones; instalaciones para el bombeo de agua potable; Locales públicos o privados destinados a la elaboración, o transformación de productos por medio de un proceso industrial y sus oficinas administrativas; Asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro; Entidades de Asistencia social o Beneficio Público(guarderías, asilos, hospitales, centros de salud, escuelas, colegios y universidades el Estado); Clínicas y hospitales privados; Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines; oficinas y locales de entidades deportivas; Organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados; Cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeras; Entidades del sector público, de carácter seccional, regional y nacional; Instituciones educativas privadas; Y los que no estén considerados en la categoría de Tarifa Residencial.

**C).- Categoría alumbrado público.-** Se aplicará a los consumidores destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control de tránsito. Ver más información en Pliego Tarifario Vigente.

**10.7.- Demanda.-** Es la mayor cantidad de la potencia (voltaje x amperios) consumida y promediada en los intervalos de tiempo de cada 15 minutos.

El medidor de energía eléctrica registra la máxima demanda cada 15 ó 30 minutos (según lo programado en el medidor) y la guarda en su memoria la mayor cantidad de potencia integrada cada 15 minutos, hasta que la demanda sea reseteada manualmente, o hasta que el medidor se resetee automáticamente previa programación al que se encuentre, generalmente se lo autoprograma para que cada 35 días se autoresetee. En el gráfico siguiente se muestra un ejemplo de aplicación:



La Demanda se la debe resetear cada vez que se toma la lectura del mes, el restablecimiento de las demandas máximas, significa borrar el registro o los registros de las demandas máximas ocurridas hasta antes de la ejecución del reset, es decir los registros de estos parámetros se volverán ceros y el medidor estará listo para registrar las nuevas demandas máximas. Al realizar el restablecimiento de la demanda, los registros de lectura de KWH y KVARH no se borrarán, es más continuarán sumando los consumos siempre y cuando exista carga.

$$10 \int_0^6 KW dt + 25 \int_8^{10} KW dt + 30 \int_{11}^{15} KW dt$$

$10(6 - 0) KW + 25(10 - 8) KW + 30(15 - 11) KW$   
 $10(6) KW + 25(2) KW + 30(4) KW$   
 $(60 + 50 + 120) KW = 230 KW$ . Por lo tanto :  
 Demanda =  $230 KW / 15 \text{ minutos} = 15,33 KW$

$$\text{Demanda} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} KW dt + \dots$$



La demanda que registra el medidor es el área bajo la curva. El valor de la demanda integrada en el medidor será x 4 veces. Es decir, 4 veces multiplicado por el intervalo de tiempo en horas (1hora= 15 minutos x 4 intervalos = 60 minutos).

La Demanda que registra el medidor en los primeros 15 minutos será el área bajo la curva que se integren los 10, 25 y 30 KW. El área es igual a la energía consumida.

Para el segundo intervalo de los siguientes 15 minutos tenemos:

$$0 \int_{15}^{18} KW dt + 17 \int_{18}^{30} KW dt = 0 KW (18 - 15) + 17(30 - 18) KW = 0 KW + 17 (12) KW = 204 KW$$

es decir : 204 KW / 15 = 13,6 KW.

Si el valor de la demanda en los primeros 15 minutos es mayor que el valor de la demanda integrada en los siguientes 15 minutos, el medidor registrará la máxima demanda integrada, cualquier valor menor a un valor máximo integrado, el medidor no lo registra, es decir, el medidor registrará en cada período de 15 minutos el máximo valor integrado.

**10.7.1.- Demanda de facturación.-** La demanda mensual facturable corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación. Para el caso de los consumidores que utilizan la energía para bombeo de agua de usos agrícola y piscícola, la demanda mensual facturable, será igual a la demanda mensual registrada en el respectivo medidor (ver más información en el Pliego Tarifario Vigente).

**10.7.2.- Factor de corrección de la demanda.-** Se lo representa por las letras FC y se la define como la relación entre la Demanda en horas punta y la Demanda en otras horas. Esto representa un 40% de rebaja al importe por concepto de la Demanda de Facturación, por lo tanto el FC no puede ser menor que 0,60 ni mayor que la unidad. Se la calcula mediante la siguiente fórmula:

$$DEM.FACT.*FC*\$$$

DEM. FACT = Mayor Demanda del mes.

= \$4.281 (el valor depende de la Tarifa asignada)

= \$2.622 para Asist. Soc. y Alumb. Público

$$FC = D\emptyset / O\emptyset$$

Donde: D $\emptyset$  es la Demanda Medida de 18H00 a 22H00

O $\emptyset$  es la mayor Demanda Medida de (22H00 a 18H00)

$$1 > FC > 0,60$$

**10.8.- KWH transformador o pérdidas de transformación.-** Son las pérdidas que se producen en el transformador. Se la factura cuando el transformador(s) es de propiedad exclusiva o propiedad del cliente.

Se facturan dos tipos de pérdidas, las pérdidas en Vacío y las pérdidas con Carga.

Se aplica a todos los consumidores sujetos a la Categoría de Tarifa Residencial, un recargo por pérdidas de transformación equivalente a un 2% en el monto total de la energía consumida.

En el caso de las otras Tarifas las pérdidas de transformación se las suma al consumo de los KWH del mes, originando un incremento en la facturación de la energía consumida en el mes.

Fórmula para el cálculo de pérdidas (KWH) De transformación

$$\left[ \frac{\text{DEMANDA / F. POT.}}{\text{KVA instalado}} \right]^2 \cdot \text{PÉRDIDA COBRE} \cdot \left[ \frac{\text{CONSUMO}}{\text{DEMANDA}} \right] + \left\{ \text{PÉRD. VACIO} \cdot 24 \text{horas} \cdot 30 \text{Días} \right\}$$

**10.9.- Tasas e impuestos.-** Las Tasas son valores adicionales por facturar en las planillas de consumo eléctrico, los Impuestos son valores porcentuales. Estos valores varían de acuerdo al Pliego tarifario Vigente.

**10.10.- Gastos administrativos.-** Es el valor que se cobra por concepto de los gastos operativos que se realiza al inspeccionar y normalizar alguna anomalía en el sistema de medición de energía eléctrica, actualmente es de US\$ 8.

**10.11.- Multa.-** Es el valor que se cobra por concepto de alguna sanción, debido alguna infracción en el medidor de energía eléctrica o al equipo de medición, el cual no registra el consumo real, dicho valor es el 30% de la suma de los siguientes valores: Energía, Demanda, Factor de Potencia, Subsidio Cruzado y Comercialización para los clientes con demanda.

Para los clientes que no tienen servicio con Demanda, el valor es el 30% del rubro de la energía consumida y no facturada durante el período de la anomalía.

**10.12.- Comercialización.-** Es el valor que se factura en la planilla de consumo eléctrico a cada cliente por la entrega de planilla y por la emisión de la misma, se incluye el papel, la lectura.

**10.13.- Subsidio cruzado.-** Es el porcentaje que se factura en la planilla de consumo mensual a los clientes con consumos superiores a 250 KWH-mes. Es en Beneficio a los clientes cuyo consumo es inferior a 130KWH-Mes. La tarifa es el 5% del valor de la energía facturada.

**10.14.- Interés mes.-** Es el porcentaje que se factura en todas las planillas de consumo eléctrico mensual, sobre el saldo vencido de la facturación, se cobra la tasa legal vigente 11.55% anual (este valor es variable) en concordancia con el Art. 93 de la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, el cual prescribe "...Cuando fuere procedente el cobro de interés por mora en el pago atrasado de facturas y de servicio, el consumidor pagará el interés legal por el tiempo efectivo en mora" indicado por el Banco Central del Ecuador.

\* El interés mes se puede definir como:

$$I_{mes} = I_{corr} + I_{ven}$$

\* Cuando no ha realizado el pago, el cálculo se lo efectúa de la siguiente manera:

$$I_{corr} = S_{corr} \cdot F \cdot (F_{liq} - F_{ven}) \cdot T_{diaria}$$

Los intereses corriente se calculan sobre los saldos correspondientes a la facturación de los consumos del último mes (saldos corrientes) tomando un período en días, comprendido entre la fecha de vencimiento y el día de liquidación, aplicando la Tasa diaria cuyo valor hasta el 01/02/2004 era de 0,03066.

Cuando paga toda la factura después de la fecha de vencimiento, se calcula de la siguiente manera:

$$I_{corr} = S_{corr} \cdot F \cdot (F_{p1} - F_{ven}) \cdot T_{diaria}$$

- I corr = Intereses generados por los saldos de la última facturación.
- I ven = Intereses generados por los saldos vencidos de facturaciones anteriores.
- T diaria = Tasa de interés diaria vigente en el momento del cálculo (tasa de interés anual/365)
- F ven = fecha de vencimiento de la última factura.
- F p1 = Fecha del primer pago posterior a la fecha de emisión de la última factura.
- F liq = Fecha de liquidación actual de intereses.
- S corr F = Saldos corrientes generados por la facturación del consumo del último mes.

Existen más métodos para calcular los intereses dependiendo de la deuda y del valor que se cancele.

**10.15.- Ejercicios reales de facturación (cálculos matemáticos) Ejercicios para su aplicación:**

**Ejercicio 1**

Un cliente con tarifa Residencial, se le factura por concepto de Energía Eléctrica US\$21,32, siendo su consumo del mes 276 KWH/mes, deducir el valor de la energía eléctrica a pagar.

- 0 – 50 KWH            equivale a US\$ 0,068 \* 50 KWH =    US\$ 3,4
  - 51 –100 KWH        equivale a US\$ 0,071 \* 50 KWH =    US\$ 3,55
  - 101 – 150 KWH     equivale a US\$ 0,073 \* 50 KWH =    US\$ 3,65
  - 151 – 200 KWH     equivale a US\$ 0,080 \* 50 KWH =    US\$ 4
  - 201 – 250 KWH     equivale a US\$ 0,086 \* 50 KWH =    US\$ 4,3
  - 251 – 300 KWH     equivale a US\$ 0,093 \* 26 KWH =    US\$ 2,418
- |         |  |             |
|---------|--|-------------|
|         |  |             |
| 276 KWH |  | US\$ 21,318 |

**Ejercicio 2**

Un cliente con tarifa Comercial sin Demanda, se le factura por concepto de Energía Eléctrica US\$23,82, siendo su consumo del mes 358 KWH/mes, deducir el valor de la energía eléctrica a pagar

- 0 – 300 KWH            equivale a US\$ 0,062 \* 300 KWH =    US\$ 18,6
  - Superior              equivale a US\$ 0,090 \* 58 KWH =    US\$ 5,22
- |         |  |            |
|---------|--|------------|
|         |  |            |
| 358 KWH |  | US\$ 23,82 |

Un cliente con tarifa Residencial, se le factura por concepto de Energía Eléctrica US\$29,78, siendo su consumo del mes 367 KWH/mes, deducir el valor de la energía eléctrica a pagar?

- 0 – 50 KWH            equivale a US\$ 0,068 \* 50 KWH =    US\$ 3,4
  - 51 –100 KWH        equivale a US\$ 0,071 \* 50 KWH =    US\$ 3,55
  - 101 – 150 KWH     equivale a US\$ 0,073 \* 50 KWH =    US\$ 3,65
  - 151 – 200 KWH     equivale a US\$ 0,080 \* 50 KWH =    US\$ 4
  - 201 – 250 KWH     equivale a US\$ 0,086 \* 50 KWH =    US\$ 4,3
  - 251 – 300 KWH     equivale a US\$ 0,093 \* 50 KWH =    US\$ 4,65
  - 301 – 350 KWH     equivale a US\$ 0,093 \* 50 KWH =    US\$ 4,65
  - 351 – 400 KWH     equivale a US\$ 0,093 \* 17 KWH =    US\$ 1,581
- |         |  |             |
|---------|--|-------------|
|         |  |             |
| 367 KWH |  | US\$ 29,781 |

**Ejercicio 3**

Datos de Consumo:

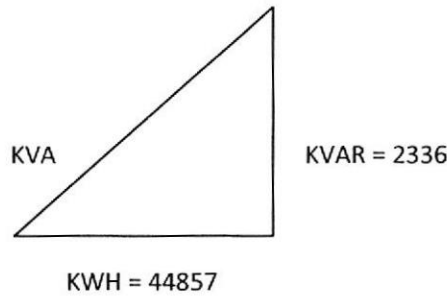
Energía Eléctrica = \$ 2.332,56

Demanda = \$ 296,62

Energía Activa = 44857 kwh/mes

Energía Reactiva = 23360 kvarh/mes

¿Cómo se obtiene en la planilla el Factor de Potencia = \$88,62?



$$\tan \phi = 23360 / 44857 = 0,521$$

$$\phi = \tan^{-1} 0,521$$

$$\phi = 27^\circ 51' \quad \text{Donde el Factor de Potencia} = \cos \phi$$

$$F.P. = \cos 27^\circ 51'$$

$$F.P = 0.8869 = 0,89$$

$$FP = \cos \phi$$

Donde  $\phi$  es el ángulo de desfase entre las potencias activa y reactiva.

Fórmula a utilizar:

$$(FP. Empresa / FP. Planilla) - 1 * (US\$ Energía + US\$ Demanda)$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{Penalización por bajo FP.} = (0,92 / 0,89) - 1 * (\$ 2,332.56 + \$ 296,62 )$$

$$\text{Penalización} = 0,03371 * 2629,18$$

Penalización = \$88,62 es el valor que se factura por penalización en la planilla por bajo factor de potencia.



**Ejercicio 4**

Calcular en US\$ la planilla de consumo, debido al beneficio del consumo de la energía A0 (10%) y la S1(20%) de un cliente en Alta Tensión, con registrador de Demanda Horaria, donde los consumos son los siguientes:

A0 = 3801000 KWH/MES

S1 = 1454250 KWH/MES

Demostrar que US\$167,574.75 es el valor a pagar por concepto de Energía Eléctrica.

De acuerdo al Pliego Tarifario, tenemos que la tarifa base es de US\$ 0.052, por lo tanto, el 10% de 0.052 = 0.0052, es decir, la tarifa es 0.052 – 0.0052 = US\$ 0.046; Luego el 20% de 0.052 = 0.0104 por lo tanto la tarifa es de 0.050 – 0.0104 = US\$ 0.041

Fórmula a aplicar de acuerdo al Pliego Tarifario:

$$\{(A0 - S1) * US\$ (07h-22h)\} + \{S1 * US\$ (22h-07h)\}$$

De acuerdo al Pliego Tarifario tenemos que:

De 07h – 22h equivale a 0,046

De 22h – 07h equivale a 0,041

$$\{(3801000 \text{ KWH} - 1454250 \text{ KWH}) * US\$0,046\} + \{1454250 \text{ KWH/mes} * 0,041\}$$

$$(2346750 \text{ KWH} * US\$0,046) + ( US\$ 59624,25)$$

$$US\$107950,5 + US\$ 59624,25 = US\$ 167574,75$$

US\$167,574.75 es el valor a pagar por concepto de Energía Eléctrica.



# **CAPITULO 11**

## **ANÁLISIS DE CASOS REALES EN LA FALLA DE LA INSTALACIÓN Y CONEXIONES DE LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS Y SUS EQUIPOS.**



## 11.- Análisis de casos en la falla de la instalación y conexiones de las mediciones eléctricas y sus equipos.

Este capítulo es impórtate y fundamental saber que precisos hay que ser en la instalación y conexiones de las mediciones eléctricas y sus equipos, ya que como eléctricos tenemos la responsabilidad de que la instalación de los sistemas de medición que den de manera correcta sin margen al error.

### Análisis de casos reales

#### 11.1.- Aparatos quemados por variación de voltaje, cuando se rompe el neutro del sistema y no tenemos conectado una buena puesta a tierra, estando el sistema conectado a 240 voltios monofásico.

Cálculos y Análisis:

$$P = V * I$$

$$V = I * R, \text{ despejando } I, \text{ resulta: } I = V / R$$

Reemplazando  $I$  en  $P$ , resulta:

$$P = V * (V / R)$$

$$P = V^2 / R$$

$$\text{Despejando } R = V^2 / R$$

En el circuito N°1, Reemplazando tenemos:

$$R = (120 * 120) \text{ volt} / 500\text{watt} = \mathbf{29 \text{ ohmios}}. \text{ Para los focos.}$$

En el circuito N°2, Reemplazando tenemos:

$$R = (120 * 120) \text{ volt} / 100\text{watt} = \mathbf{144 \text{ ohmios}}. \text{ Para el televisor.}$$

Al desconectarse el Neutro del sistema y No tener una puesta a tierra, se pondrán en serie el circuito N°1 y el N°2 y se obtendrá un voltaje de línea a línea de 240 voltios, donde resulta lo siguiente:

Tendremos en serie las dos cargas, entonces:  $R \text{ total} = (29 + 144) \text{ ohmios} = \mathbf{173 \text{ ohmios}}$  alimentados a 240 voltios.

Si  $V = I * R$  entonces,  $I = V / R$ . reemplazando tenemos:

$$I = 240 \text{ voltios} / 173 \text{ ohmios}$$

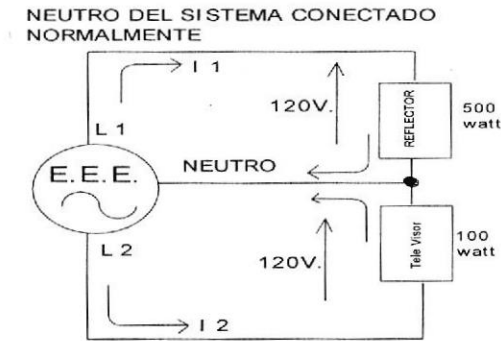
**$I \text{ total} = 1.38 \text{ amperios.}$**

Por lo tanto tendremos que cada aparato recibirá la siguiente cantidad de voltaje:

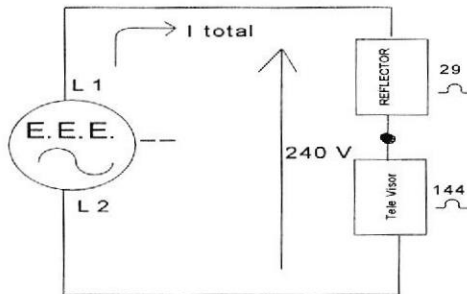
**El reflector:**  $V = I \cdot R$ , entonces:  $V = (1.38 \text{ amp.}) \cdot (29 \text{ ohmios}) = 40 \text{ voltios}$ .

**El televisor:**  $V = (1.38 \text{ amp.}) \cdot (144 \text{ ohmios}) = 198,72$

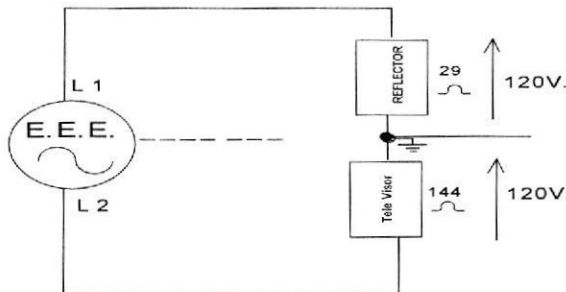
Observamos que los equipos tienen una brusca variación de voltaje, donde los equipos más débiles (potencias bajas) resultan ser los más averiados. En este caso el televisor se quema por sobrevoltaje y el reflector se iluminará con una incandescencia mínima.



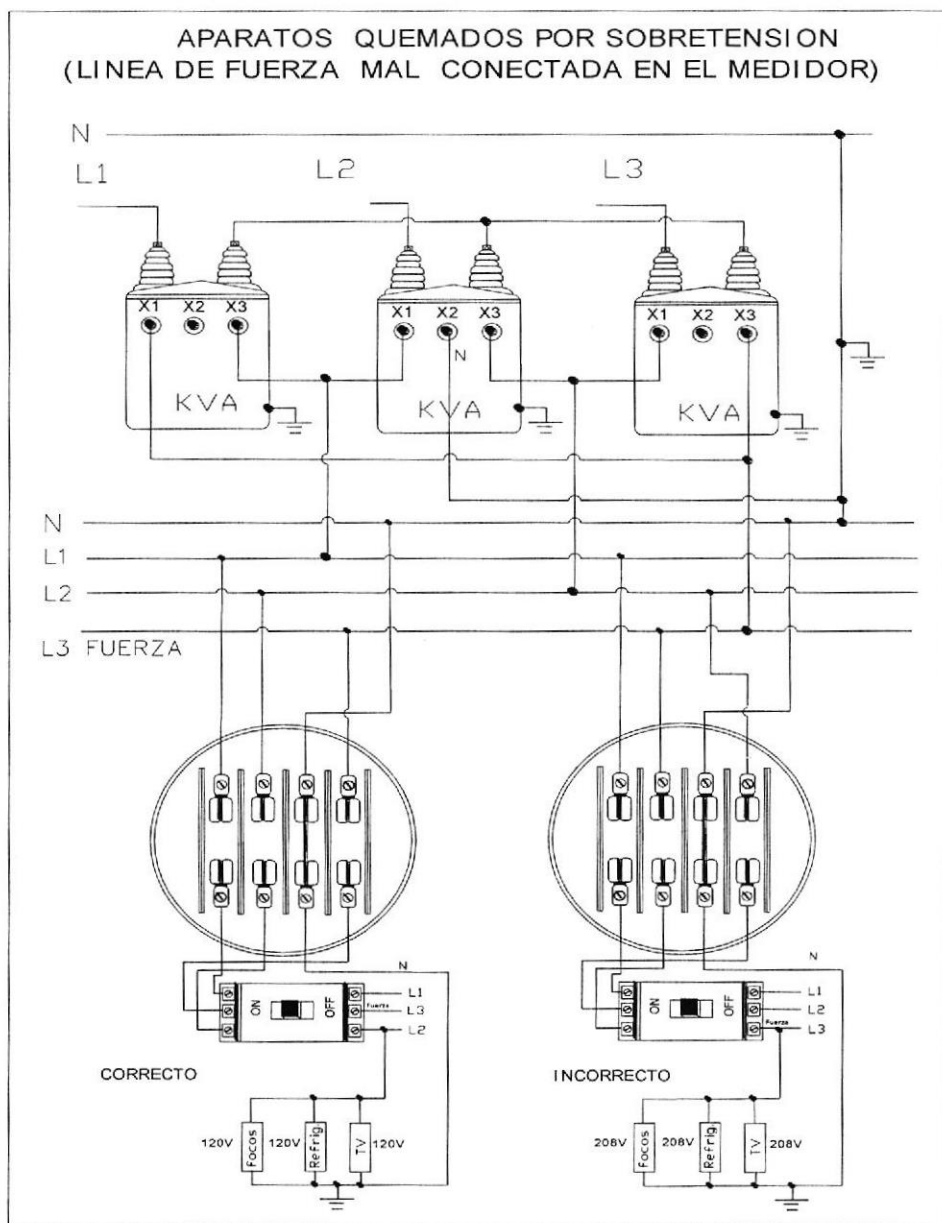
CUANDO SE DESCONECTA EL NEUTRO POR ALGUN MOTIVO EL CIRCUITO QUEDA EN SERIE.



SI ESTUVIERA CONECTADO CON UNA BUENA PUESTA A TIERRA, ESTA CONEXION (conexión a tierra) REEMPLAZARÍA EN GRAN PARTE EL NEUTRO DEL SISTEMA CON FALLA.

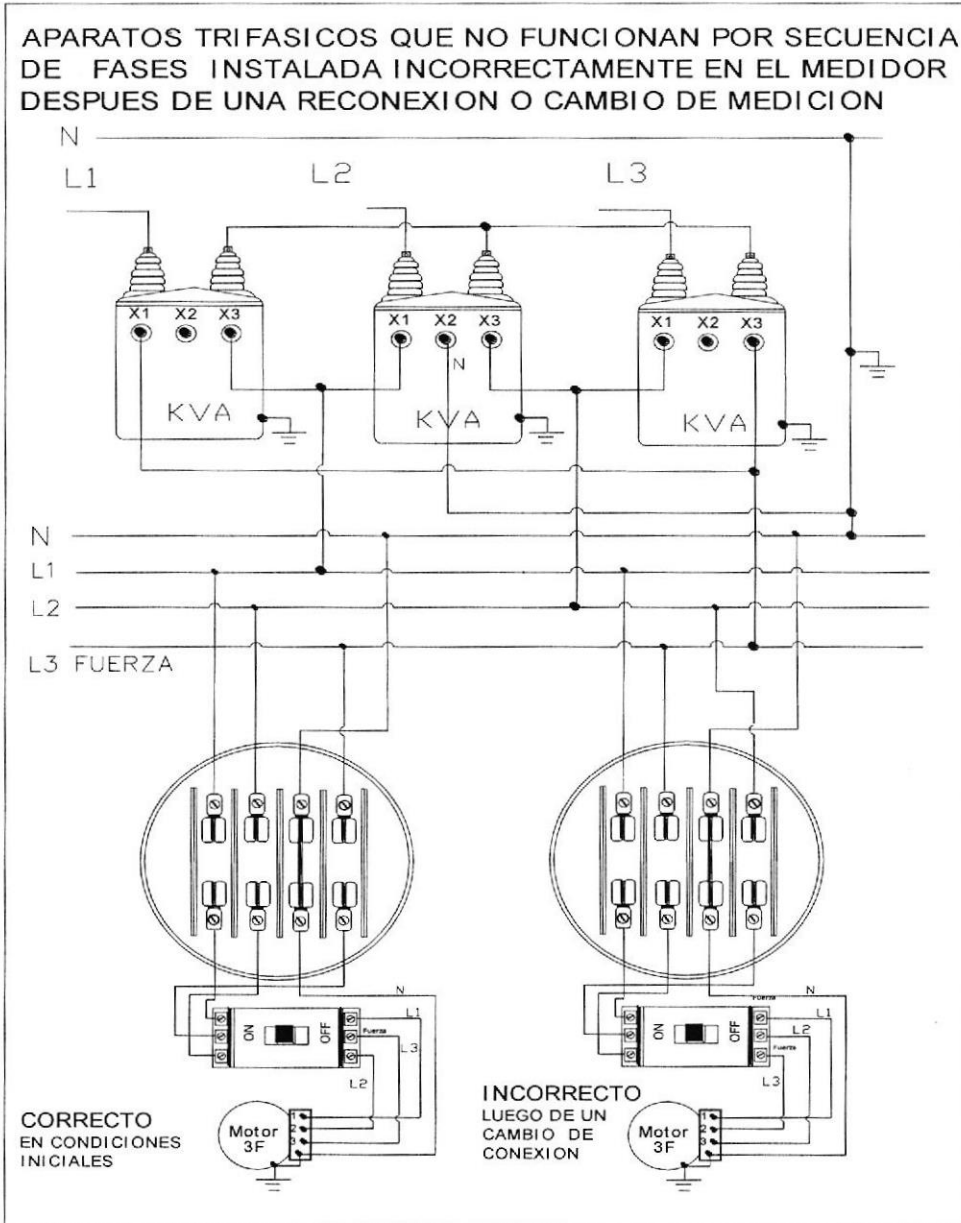


**11.2.- Aparatos quemados por sobre tensión, cuando se ha instalado de manera incorrecta la línea de fuerza en la base del medidor.**



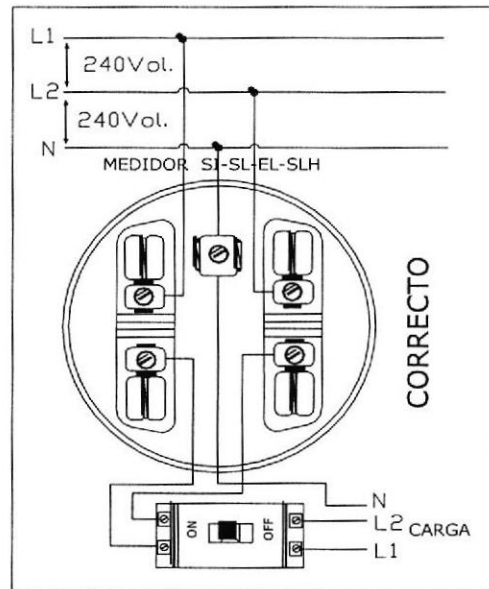
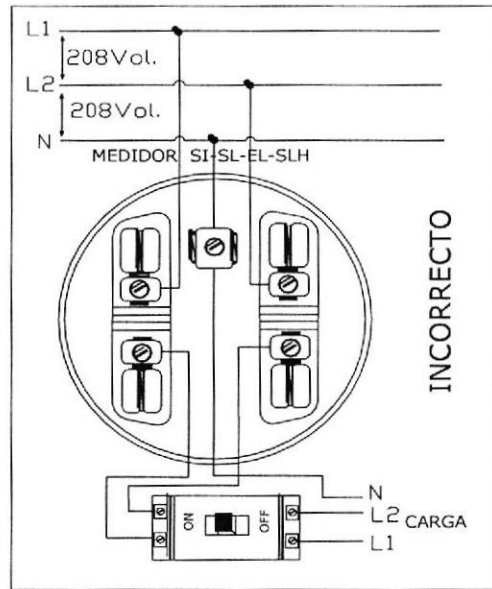
En este caso los aparatos conectados en condiciones normales reciben 120 voltios, observamos que al conectar incorrectamente las líneas de alimentación al medidor, los aparatos recibirán 208 voltios ( $120 \times 1.732$ ) debido a que se conectó la línea de fuerza al circuito de los aparatos, originándose que se quemen porque reciben un voltaje superior al nominal de ellos.

**11.3.- Aparatos trifásicos que no funcionan por secuencia de fase instalada incorrectamente en el medidor después de una reconexión o cambio de medición.**



Esto se da tanto para la conexión trifásica en estrella y en delta, luego de una reconexión o cambio de medición trifásica (generalmente directa), al instalar incorrectamente el orden de las fases que originalmente se encontraban conectadas, se da el caso que no funcionan los motores, por ejemplo no funcionan los ascensores, las bombas de agua, etc. Es importante conectar en el mismo orden en que se encontraban originalmente.

10.4.- Medidores monofásicos en delta conectados en sistema en estrella.



En este caso la bobina de potencial del medidor debiera recibir entre sus terminales 240 voltios, pero observamos que solamente la bobina del medidor recibe un voltaje entre sus terminales de 208 voltios dando como resultado que el flujo magnético producido en la bobina de potencial no es del 100 %, causando una **falla técnica** en perjuicio a la Empresa. Matemáticamente resulta:

Con 240 voltios opera al 100%, entonces con 208 voltios a que porcentaje trabaja el medidor.

$100\% \times 208 \text{ volt.} / 240 \text{ volt.} = 86,66 \%$  porcentaje de trabajo del medidor solamente por flujo de potencial.

El medidor recibe  $(240 - 208)\text{vol.} = 32$  voltios menos de lo normal. Esta falta de voltaje de 32 voltios solamente le faltaría recibir a la bobina del medidor No al usuario, el cliente recibe normalmente los 208 voltios de línea a línea.

#### **11.5.- Transformador de potencial con relación de transformación distinta.**

En una medición en media tensión con tres elementos, resulta que en el secundario de los transformadores de potencial, tenemos los siguientes voltajes:

V1N= 111,2 voltios

V2N= 111,8 voltios

V3N= 129,2 voltios

¿A qué se debe el voltaje excesivo en la fase C?

Respuesta:

V1N= 111,2 voltios X 70 veces = 7784 vol. En el primario del sistema.

V2N= 111,8 voltios X 70 veces = 7826 vol. En el primario del sistema.

V3N= 129,7 voltios X 70 veces = 9079 vol. En el primario del sistema.

Es evidente que el voltaje en la fase 3 en el lado del primario es un voltaje erróneo, por lo que tendremos en la fase tres lo siguiente:

V3N= 129,7 voltios X 60 veces = 7782 vol. En el primario del sistema.

En conclusión el transformador de potencial de la fase 3 es de relación de 60/1 y los otros transformadores de potencial es de relación 70/1.

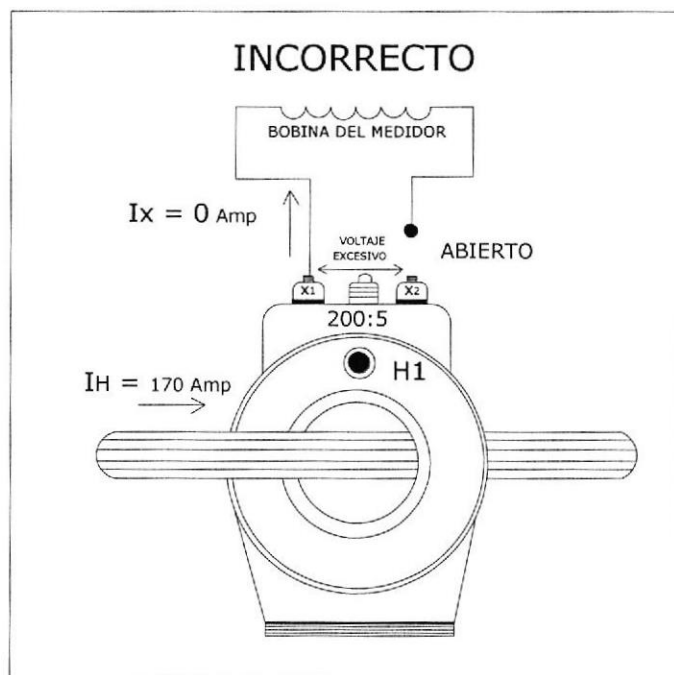
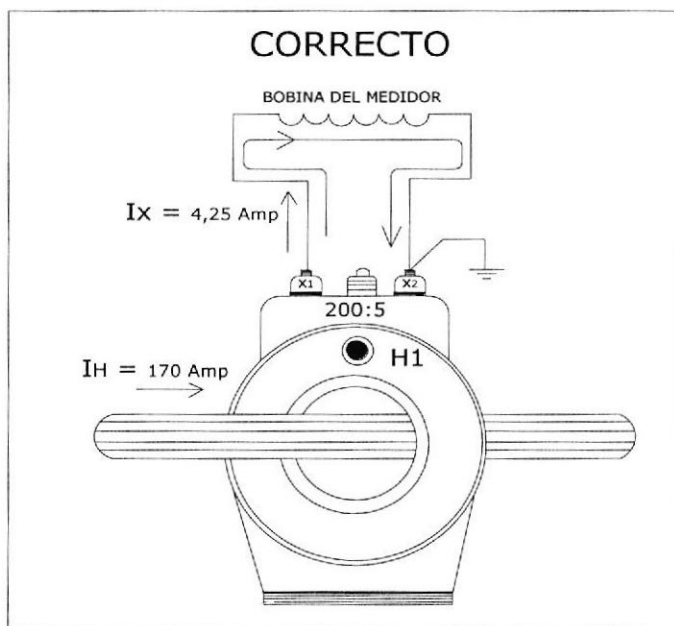
#### **11.6.- Circuito abierto en un transformador de corriente.**

Esto se origina generalmente cuando se utilizan switch de prueba de barra partida de manera incorrecta, o cuando evidentemente el circuito no está cerrado, es decir cuando la terminal X2 de retorno del transformador de corriente no está conectada a tierra.

En este caso tenemos que tener muy en cuenta si el circuito queda en CIRCUITO ABIERTO, debido a que la corriente resultaría tener un valor de cero, por lo tanto el medidor no va a registrar la potencia generada por la carga, lo que resulta tener una resistencia infinitamente grande por lo tanto un excesivo voltaje entre los terminales X1 y X2 en la bornera del transformador de



corriente, este excesivo voltaje puede accidentar algún operario o persona que toque los bornes, a la vez que los transformadores comienzan a vibrar y a recalentarse, originando que el transformador de corriente pierda sus características de precisión, por lo que, se recomienda cambiarlo por otro de similares características.



**11.7.- Aplicación del factor de rango (RF) de los transformadores de medida.**

El RF es importante para analizar los tipos de consumos, ya que pueden ser consumos estacionarios o fijos y consumos variables.

Ejemplo si tenemos una carga de 50 amperios instalados con un transformador de 600/5 equivale a  $600/5 = 120$ , entonces:

$$50 \text{ amperios} / 120 = 0,416$$

Luego:  $0,415 / 5 = 0.0832$  que equivale en % a un valor de  $0.0832 \times 100 = 8\%$

Esto es el 8 % del nominal secundario del CT, por lo tanto tenemos que analizar cuál es el porcentaje garantizado por el fabricante para que el transformador **cense** la mínima corriente. Por lo tanto tenemos que analizar los bajos consumos ocasionados por un determinado cliente en la cual se encuentran instalados con transformadores de corriente sobredimensionados puesto que esto **genera pérdidas técnicas**.

Por ejemplo, una fábrica de juguetes tiene consumos altos solamente desde Octubre a Diciembre en todo el año, y el resto de meses habría que determinar si los consumos son extremadamente bajos, puede darse el caso de que ciertos valores de corriente generados por el cliente sean bajos y no sean censados por el transformador de corriente. Todo esto nos permite visualizar que cuando las cargas son constantes se obtendrá una precisión correcta de transformación.

Es muy importante estudiar y analizar cómo se comportan las corrientes de trabajo en una determinada medición, es decir, investigar el porcentaje de trabajo el cual estén operando con relación a la corriente nominal del transformador de corriente. Por ejemplo para grandes consumidores se los obliga que la corriente de trabajo debe encontrarse entre el 20-100% de la corriente nominal del transformador de corriente.

**11.8.- Pérdidas de transformación.**

Es muy importante analizar las pérdidas originadas en los transformadores, que se aplican en la facturación, puesto que en muchos casos las pérdidas de transformación de la capacidad total instalada en KVA en un predio donde existen varios medidores, no se compensa en valores de pérdidas, es decir, por ejemplo que se facturen pérdidas a todos los medidores por un total de 250 Kwh/mes (ya sean con varios tipos de tarifas aplicadas a los diferentes usuarios que comparten las pérdidas del mismo transformador), pero la generada por la capacidad instalada es de 550 Kwh/mes, por lo tanto  $(550-250) \text{Kwh/mes} = 300 \text{ Kwh/mes}$ . Los 300Kwh/mes son aporte para las pérdidas técnicas ocasionadas por la Empresa.

De ser necesario habría que buscar un camino matemático (fórmula) para recuperar esas pérdidas, o algún Marco Legal Regulatorio que modifique ciertas aplicaciones en el pliego tarifario.

Una de las soluciones también sería instalar una medición en Media Tensión, donde se facturaría todas las pérdidas.

**11.9.- Pérdidas en transformadores originadas por bajo factor de potencia.**

Un transformador no suministra más energía reactiva que la que necesitan los receptores que están conectados a su secundario, pero él mismo transformador también absorbe para su propio funcionamiento. Su compensación individual, en función de su corriente magnetizante en vacío y en carga.

La Empresa solamente factura un bajo factor de potencia solamente cuando se la registra por medio del respectivo medidor.

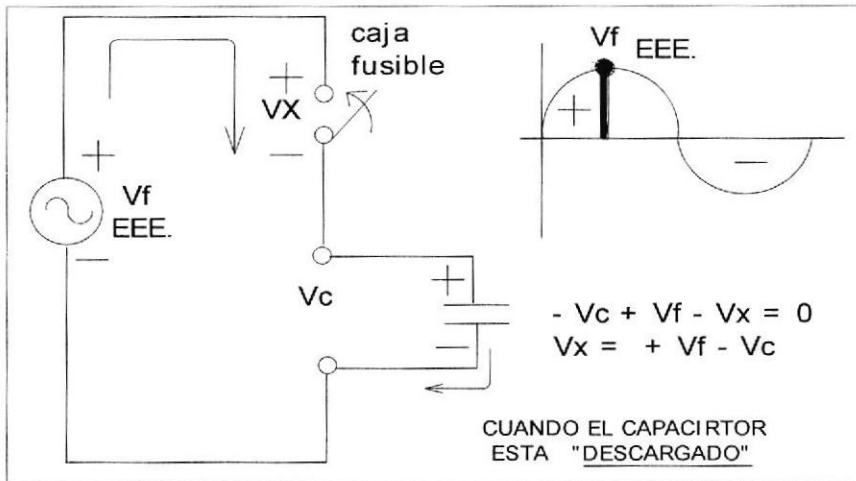
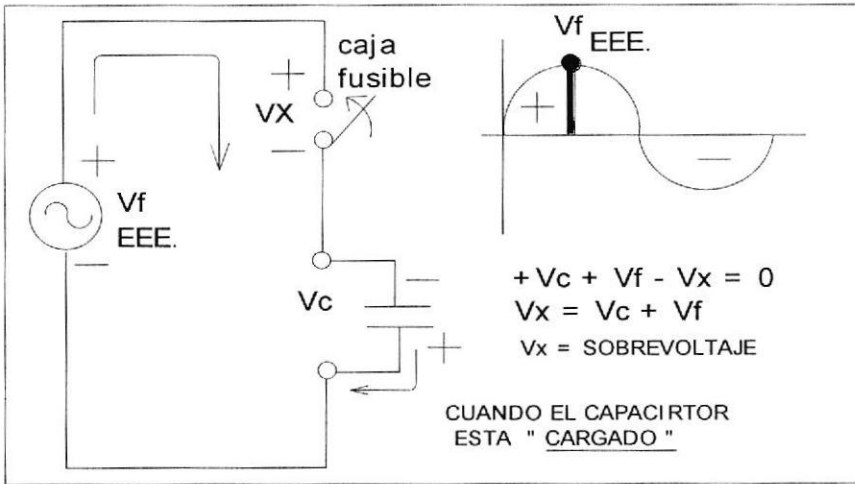
Basándonos en estos principios y método de registro del factor de potencia por parte de la Empresa, podemos determinar que No se están facturando la energía reactiva propia del transformador(s) a todos los clientes que se encuentran instalados en Baja tensión, puesto que el medidor instalado en Baja tensión NO registra los fenómenos eléctricos internos del transformador como (pérdidas inherentes al transformador por efecto Joule y compensación reactiva, etc.)

Una de las soluciones sería medir al cliente en Media Tensión.

**11.10.- Averías severas en los transformadores de potencial.**

Una de las causas es cuando hay capacitores instalados en la industria, puede que la resistencia de descarga del capacitor este averiada y no descargue el capacitor. Por lo tanto cuando esto ocurre, si al cierre de la caja fusible es muy posible que ocurra una sumatoria de voltajes (voltajes del sistema de la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica y el voltaje del capacitor).

En estos casos se pueden quemar los transformadores de potencial, los pararrayos, las cajas fusibles, los capacitores, etc., (los elementos más sensibles a la falla en ese instante sufrirían consecuencias lamentables).

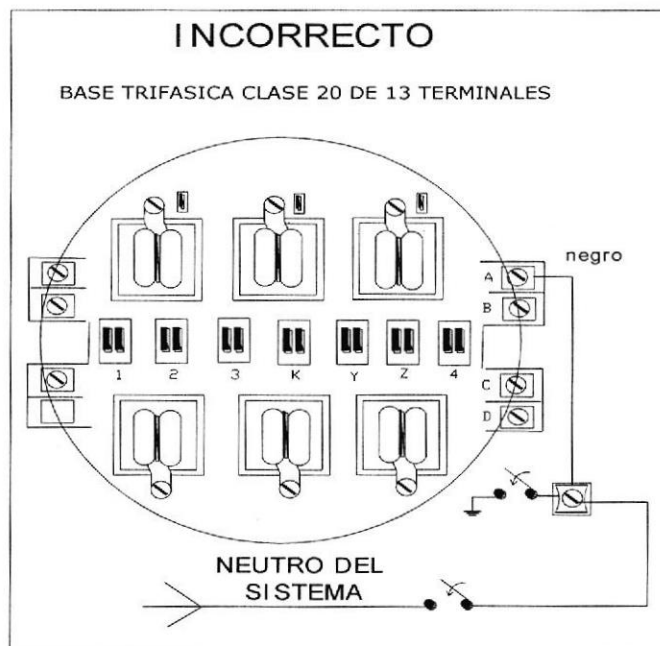
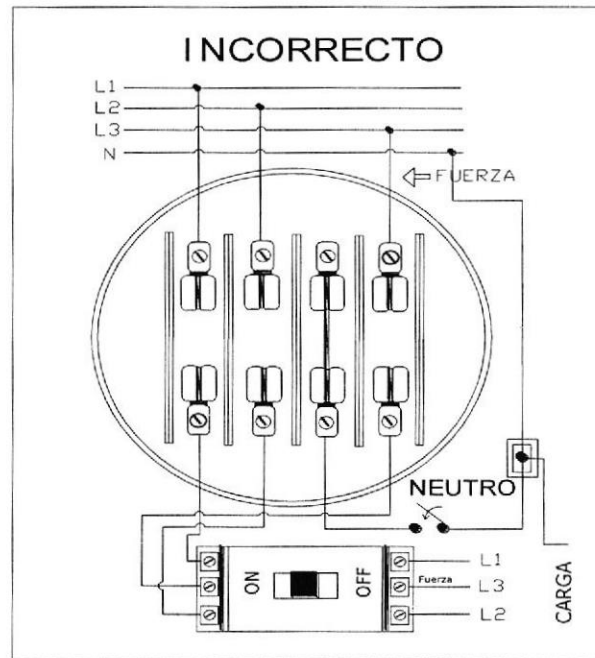


**11.11.- Fallas en banco de transformadores.**

Hay que tener mucho cuidado en las conexiones trifásicas, lo correcto es tener una conexión Estrella en el primario (sin neutro) y delta en el secundario aterrizada. Si tenemos Estrella aterrizada en el primario (incorrecta) y delta aterrizada y supongamos que una de las fases se encuentra abierta en media tensión, obtendremos que esa línea se comportará como un corto circuito en el primario, es decir se quema el fusible por desfasamiento angular, es como que el tomara la carga en lado de media tensión. En ese momento en el transformador que tiene la fase abierta en el lado del primario se producirá en lado de baja tensión un voltaje de 240 voltios creado por inducción de los otros dos transformadores (no es un voltaje trifásico), este voltaje secundario producirá un alto voltaje en lado del primario del transformador y al cerrar el lado abierto en media tensión se producirá un sobre voltaje en conjunto con el otro voltaje del sistema. También hay que tener muy en cuenta la POLARIDAD si uno de los transformadores es de diferente polaridad, es posible que los motores no funcionen.

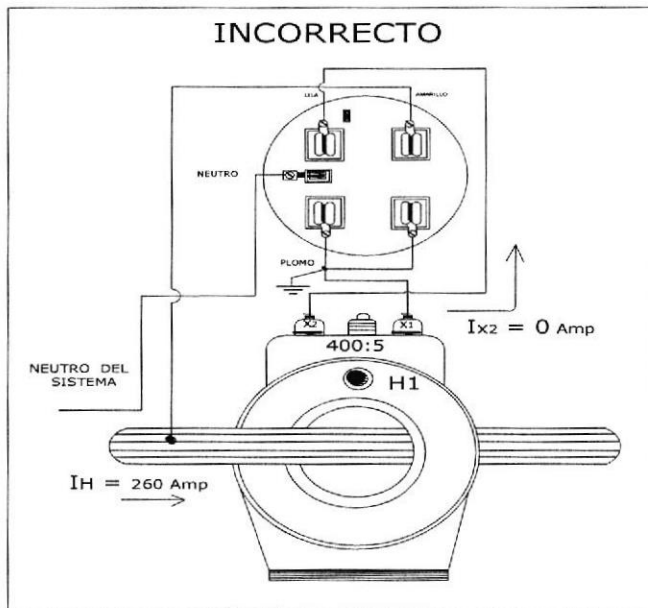
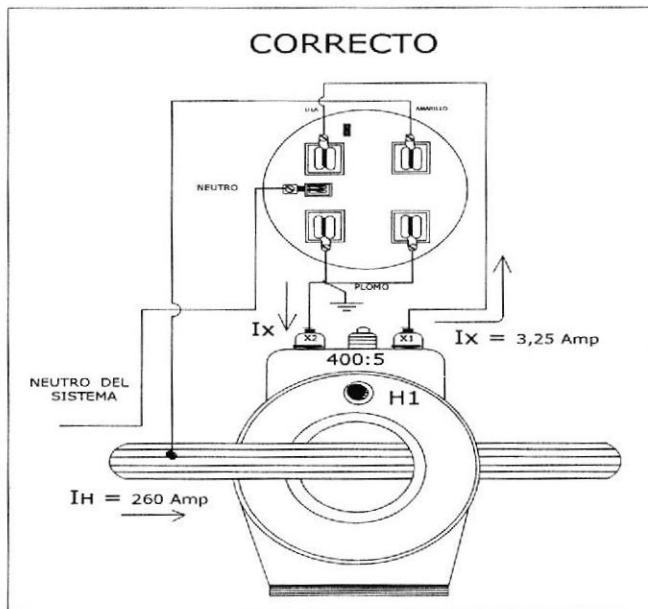
**10.12.- Neutro interrumpido en los medidores.**

El Neutro que hace de referencia cero para que pueda producir la diferencia de potencial deseada en las respectivas bobinas de los medidores No puede ser interrumpido. Si esto ocurre la medición se verá seriamente afectada en lo referente al normal registro de los consumos.



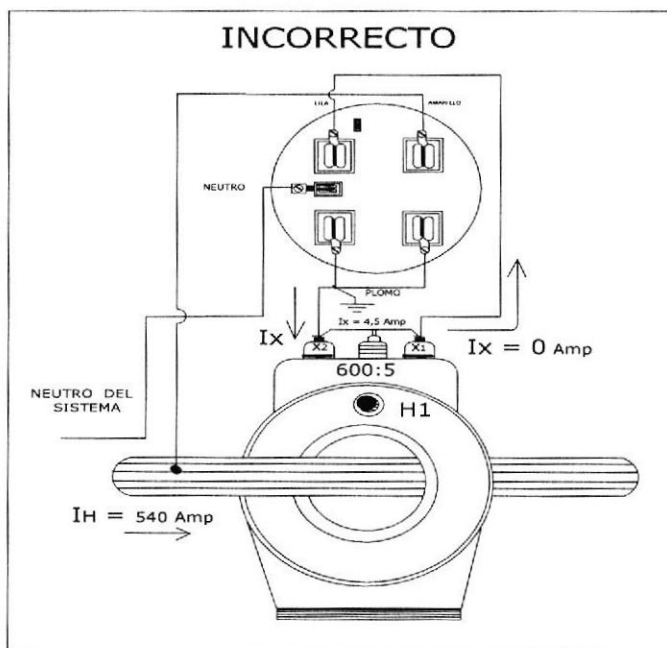
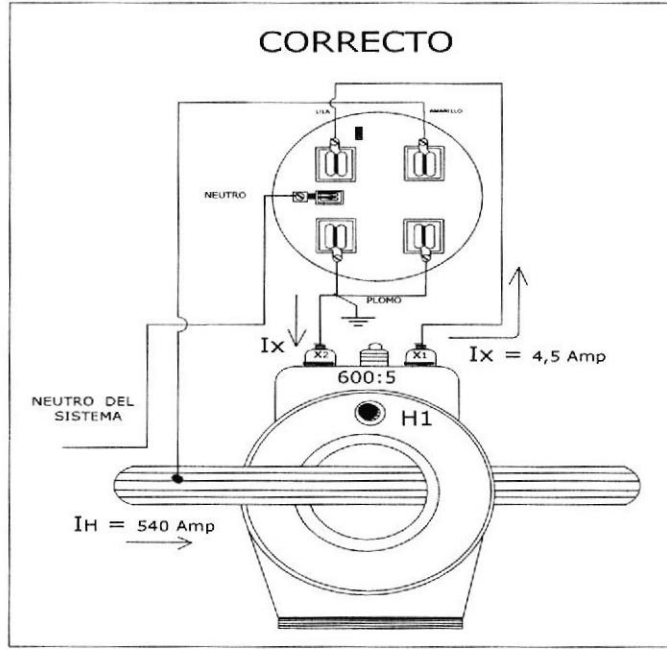
**10.13.- Señales de los transformadores de corriente mal conectadas.**

Es muy importante tener en cuenta la POLARIDAD, si el flujo de la corriente que entra en el lado primario del transformador de corriente es la indicada correctamente, la salida de la señal de corriente tendrá que ser por X1. En el caso que la señal de corriente se la conecte en X2 tendría un valor = 0 amperios. Por lo tanto el medidor no registraría el consumo, ya que la potencia en ese instante es cero. En ese instante el verdadero valor de 3,25 amperios está en dirección a tierra y no a la bobina del medidor.



**10.14.- Transformadores de corriente puenteados.**

En este caso tenemos que la corriente que va hacia la bobina del medidor es cero, debido a que el transformador de corriente está puentado o en corto circuito, debido a que la corriente busca el camino más fácil, en ese instante el puente del transformador de corriente se comporta como una resistencia de cero ohmios, por lo tanto cualquier corriente es fácil de conducirla. Los 4,5 amperios solamente fluirán por el puente y no por la bobina de medidor.



BIBLIOTECA DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

**CONCLUSIONES.**

1. El proyecto describe la investigación realiza al funcionamiento conexión estudio de una importante y fundamental rama de la electricidad como lo es las mediciones eléctricas.
2. Esa fundamental para todo profesional eléctrico saber acerca de las mediciones eléctricas, es por eso que en este proyecto se habla desde los principios y generalidades de la electricidad hasta los conceptos más utilizados en común en las mediciones eléctricas.
3. El proyecto aporta con mayores conocimientos acerca de las mediciones eléctricas para que en una instalación de un sistema de medición en un proyecto eléctrico sea supervisada tanto por la empresa que suministra el servicio de energía eléctrica así como el eléctrico encargado del proyecto eléctrico a medir.
4. Aprender las conexiones de las mediciones eléctricas e incentivar nuevas investigaciones para el mejoramiento de las mismas y lograr una mayor eficiencia en un sistema de medición descritos y aprendidos en el proyecto.
5. Evitar perjuicios económicos y técnicos para los proyectos eléctricos en medición, el cliente el cual necesita el servicio, la empresa que proporciona ele servicio de la energía eléctrica y a los eléctricos encargados del proyecto en medición.
6. Aportar con conocimientos técnicos reales de los casos de las distintas mediciones eléctricas en baja y media tensión a los estudiantes en aprendizaje de la eléctrica.
7. Saber que las mediciones eléctricas es una de las ramas fundamentales de la eléctrica a nivel mundial y aportar al desarrollo de la misma en nuestro país con nuevas investigaciones.
8. Saber a aprovechar la energía eléctrica como recurso realizando una buena conexión e instalación de las mediciones eléctricas en donde no exista un desperdicio de la misma.
9. Aprender el manejo de la energía y por sobre todo tratar de optimizar su uso para el ahorro de energía eléctrica gracias a llevar un control de las consecuencias de las mediciones eléctricas.
10. Llevar un control en un proyecto eléctrico en donde se realice de manera continua pruebas a los equipos de mediciones eléctricas.



11. Tener un registro de las mediciones eléctricas dentro de un proyecto eléctrico para así tener un control en futuro para aprovechar el consumo de la energía eléctrica en un proyecto eléctrico.
12. Visualizar el transcurso de la medición para así saber cuando la un proyecto eléctrico en medición necesite de un mantenimiento preventivo del mismo.
13. Garantizar el amplio conocimiento del sistema de mediciones eléctricas empleadas en las instalaciones de los diseñadores eléctricos y así dar más eficiencia en la instalación y el mantenimiento del proyecto eléctrico en ejecución y su respectiva medición.
14. Aportar con la preparación de profesionales en el área eléctrica para el desempeño eficiente en su trabajo al adquirir un mayor conocimiento en la rama de las mediciones eléctricas.
15. Este proyecto es útil y servirá para los ingenieros, tecnólogos eléctricos, técnico superior, personas que trabajen en instalaciones eléctricas de tipo residencial, industrial, especiales.
16. Saber cuándo aplicar una medición de tipo directa o de tipo indirecta en un proyecto eléctrico el cual se vaya implementar un sistema de medición.
17. Saber la clasificación de las mediciones eléctricas por el tipo de servicio si son en baja tensión, en media tensión o en alta tensión.
18. Aprender a identificar y determinar correctamente que tipo de medición se va a implementar en un proyecto eléctrico en el cual se vaya a implementa un sistema de medición eléctrica.
19. Aprender el funcionamiento de los tipos de equipos de medición que se aplican en las mediciones eléctricas.
20. Saber el funcionamiento de los elementos de una medición ya sea de tipo directa o indirecta en baja y media tensión, estos son los medidores, los transformadores de potencial los transformadores de corriente y todos los elementos que pueden contener los distintos tipos de mediciones,
21. Realizar pruebas a los equipos y elementos de medición para saber si están funcionando de manera correcta en una medición.
22. Aprender las causas y beneficios de saber todo lo que implica las mediciones eléctricas, los equipos y elementos utilizados en las mediciones eléctricas.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

## A

**ABB.-** Asea Brown Boveri (marca de equipos o dispositivos).

**Acometida.-** Conjunto de conductores y equipos necesarios que conectan la red de distribución del alimentador con la instalación del usuario. /Son los conductores utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución primario o secundario del Distribuidor hasta las instalaciones del Consumidor.

**Acumulador o Batería.-** Tipo de pila que se puede recargar.

**Adimensional.-** Que no tiene unidad de medida, es un valor porcentual.

**Aislante.-** Material que no permite el paso de la corriente, pero si almacenar carga eléctrica.

**Aislador.-** Dispositivo de alta resistencia el que no permite el flujo de corriente cuando se aplica un determinado voltaje.

**Aislamiento.-** Interrupción de la continuidad eléctrica.

**Ajuste de Calibración.-** Procedimiento para ajustar la precisión de un medidor al 100% con cargas ligeras y máximas.

**Alta Tensión.-** Sistema conformado con un nivel de tensión de 69000 volts, 138000 volts, 230000 volts en nuestro país.

**Alambre.-** Conductor único sólido.

**Alimentador.-** Aquello capaz de suministrar la suficiente energía para satisfacer una determinada demanda.

**Ampacidad.-** Máxima corriente en amperios que un determinado conductor o equipo puede transportar continuamente, bajo condiciones específicas de uso, sin exceder su límite de temperatura.

**Amperio.-** Unidad básica de medición de la corriente. Cuando se aplica una diferencia de potencial de un voltio entre las terminales de un resistor de un ohmio por éste fluye una corriente de un amperio.

**Amperaje de Prueba (TA).-** Cantidad de corriente que se aplica a un medidor para calibrar su precisión. Viene impreso en la placa característica de datos de los medidores, cuyo valor es de acuerdo a su clase.

**Analizador de Redes.-** Aparato o dispositivo que mide y registra la calidad de los sistemas de potencia, como los voltajes y corrientes simultáneamente verificando, detectando fallas y monitoreando el comportamiento de los circuitos.

**Angulo.-** Espacio comprendido entre dos planos que se cortan y que están limitados por su recta de intersección.

**Aparato.-** Máquina, conjunto de instrumentos útiles para ejecutar un trabajo.

**Armazón.-** Parte sobre la cual se monta el equipo motor, el equipo móvil, el registro y el imán de freno. Este armazón a su vez está adherido a la base del medidor.

**Armónicos.-** Son múltiplos de la frecuencia fundamental (60 Hz) donde sus magnitudes se expresan en porcentaje de la magnitud fundamental. /Los armónicos son la variación de la frecuencia.

**Aterrizado.-** Que se encuentra conectado a un punto referencial tierra.

**Autocontenido.-** Que satisface sus requerimientos por sus propios medios. Es cuando un medidor no necesita de transformadores de medición para su funcionamiento.

**Automático.-** Que se ejecuta sin la acción humana, que obra con dispositivos mecánicos o electrónicos, el cual hace funcionar un equipo de manera total o parcial por si solo.

## B

**Baja Tensión.-** Sistema conformado con un nivel de tensión hasta 600 voltios.

**Banco de Transformadores.-** Conexión entre sí de las líneas principales secundarias de transformadores adyacentes que reciben del mismo alimentador primario.

**Base (soket).-** Elemento sobre el cual se realiza el montaje del medidor.

**Barra Neutro-Tierra.-** Barra colectora, o bus, donde se hace la conexión del conductor neutro con el conductor de tierra.

**Bifásico.-** Conformado por dos fases (puede ser de 3 hilos).

**Blindaje.-** Envoltura de metal que evita la interferencia provocada por una onda determinada.

**Bobina.-** Enrollamiento de alambre conductor que sirve para concentrar el campo magnético.

**Bobina de Potencial.-** Elemento diseñado para recibir una diferencia de potencial o voltaje entre sus terminales y crear un flujo magnético.

**Bobina de Corriente.-** Elemento diseñado para recibir el paso de una determinada cantidad de corriente y crear un flujo magnético.

**Bornes.-** Terminales en los cuales se puede efectuar una conexión.

## C

**Cable.-** Conductor único conformado de muchos alambres o puede consistir en un grupo de conductores, aislados entre sí, cada uno consistiendo de uno o más alambres (multiconductor). /Conjunto de conductores eléctricos (alambres) envueltos dentro de un material o recubrimiento aislante.

**Caída de Tensión o Voltaje.-** Diferencia de potencial que existe entre las terminales de un componente pasivo(R; L; o C) en un circuito en serie.

**Campo Eléctrico.-** Modificación del espacio que crea una carga eléctrica, según la cual se ejercerá una fuerza sobre otra carga eléctrica.

**Campo Magnético.-** Modificación del espacio que crea una carga magnética, según la cuál sobre toda otra carga magnética se ejercerá una fuerza.

**Capacidad.-** Es la capacidad de un conductor para transportar permanentemente la corriente en forma segura a su valor de diseño.

**Capacitor.-** Dispositivo de dos terminales que consiste en dos cuerpos conductores separados por un material no conductor (aislante o dieléctrico). La energía almacenada o acumulada en un condensador está almacenada en un campo eléctrico.

**Capacitancia.-** Propiedad de los capacitores de almacenar energía en forma de campos electrostáticos y de dar paso a las corrientes alternas sin que exista un circuito completo.

**Capacitivo.-** Relacionado o perteneciente a la capacitancia.

**Caída de Tensión ó Voltaje.-** Voltaje a través de un resistor.

**Carga.-** Cantidad de potencia que debe ser entregada a un consumidor. / Cualquier dispositivo que tome corriente de la fuente de voltaje.

**Carga Lineal ó Continua.-** Carga eléctrica que representa una impedancia de carga constante a través del ciclo de un voltaje aplicado.

**Carga No Lineal ó fluctuante.-** Carga donde la forma de onda de la corriente de estado sólido no sigue la forma de onda del voltaje aplicado.

**CENACE.-** Centro Nacional de Control de Energía. Ente Operador que hace cumplir las leyes y reglamentos dispuestas por el CONELEC.

**Ciclo.-** Conjunto completo de valores que corresponde a una onda periódica.

**Circuito Eléctrico.-** Conjunto de aparatos y componentes eléctricos conectados entre sí para procesar información o energía eléctrica.

**Circuito Abierto.-** Es una interrupción en el circuito a través de la cual no puede fluir corriente alguna, así, puede considerarse una resistencia infinita, y puede estar sometida a cualquier cambio de voltaje, dependiendo también del resto del circuito, es decir, el circuito abierto tiene una resistencia infinitamente grande y, por lo tanto, una corriente igual a cero. Puede decirse que es lo contrario de un corto circuito.

**Circuito Cerrado.-** Cualquier trayectoria cerrada para el paso de la corriente.

**Circuito Derivado.-** Conjunto de conductores que se extienden desde los últimos dispositivos de protección donde termina el circuito alimentador hasta la salida de las cargas.

**Circuito en Paralelo.-** Que tiene dos o más ramas que dividen la corriente proveniente de una sola fuente de voltaje.

**Circuito en Serie.-** Que tiene sólo una trayectoria para la corriente.

**Chip.-** Pastilla de material semiconductor implantada dentro de una cápsula (DIP) en la cual se han impreso diversos componentes electrónicos (transistores, resistencias, condensadores, etc.) que conforman un circuito integrado, capaces de memorizar datos y son los que componen la memoria del ordenador.

**Circuito Integrado (CI).-** Que contiene transistores, diodos, resistores, y capacitores en un encapsulado muy pequeño donde se efectúan cálculos.

**Clase del Medidor.-** Indicativo de la cantidad de corriente que puede soportar un equipo.

**Clase 20.-** Indicativo de la cantidad de corriente máxima que puede soportar un determinado equipo, la clase viene relacionado con la corriente de soporte del dispositivo. A mayor clase la corriente de soporte es mayor.

**Cliente (Abonado).-** Persona natural o jurídica que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el distribuidor.

**Código de Alerta ó Atención.-** Indicativos de advertencia el cual nos proporcionan información sobre las condiciones del estado o funcionamiento del medidor, que nos permite analizar un evento determinado, el cual nos va a permitir realizar acciones para corregir los problemas a tiempo.



**Código de Error.-** Nos advierten de una posible situación o estado grave del medidor el cual implica una reparación o reemplazo urgente del equipo por daños internos.

**Conductor.-** Material de composición y espesor determinado para una función específica, normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica.

**Conductores de Señal (cable de control).-** Conjunto de cables con revestimiento de PVC constituido por 8 conductores de cobre Nº 12 AWG, el cual interconecta las señales de control de los aparatos de medida con los diferentes accesorios de seguridad y medidores para una medición indirecta.

**Conductancia.-** Medida de la capacidad de un material para conducir corriente eléctrica. Su recíproco es la resistencia del material, su unidad de medida es el siemen.

**Conductividad Eléctrica.-** Movimiento de una carga eléctrica de un punto a otro.

**Condensador.-** Denominado también capacitor.

**Configuración del Medidor.-** Acción de cambiar o modificar un conjunto de parámetros establecidos por otros de similares características para un determinado objetivo en un programa informático establecido. Existen varias configuraciones (1, 2, 7, 27).

**Cojinete.-** Pieza en la que se apoya y gira un eje.

**Comercialización.-** Valor que se factura a cada cliente por la entrega de planilla de consumo eléctrico mensual y por la emisión de la misma, incluye papel etc.

**Conexión.-** Unión ó enlace eléctrico de los circuitos oscilantes.

**CONELEC.-** Consejo Nacional de Electricidad. Es un ente Regulador que elabora las leyes y reglamentos.

**Constante.-** Dato o valor que permanece invariable a lo largo de la ejecución.

**Consumo.-** Cantidad de energía consumida en el mes (Kwh./mes), es decir, es la cantidad de energía eléctrica utilizada por la instalación del consumidor.

**Consumidor, Usuario.-** Persona natural o jurídica que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el Distribuidor dentro del área de la concesión. Incluye al Consumidor Final y al Gran Consumidor.

**Continuidad.-** Lectura igual a cero ohmios en un óhmetro.

**Contador de Diagnóstico.-** presentación de los contadores de eventos, el cual representa la cantidad de veces que ha sucedido un evento identificado en la pantalla.

**Conexión Estrella.-** Tres componentes que tienen un terminal en común, en tanto que los otros puntos se encuentran conectados a una carga, a la línea de alimentación ./ Circuito conformado por tres transformadores, en la cual sus bobinas se encuentran conectados con un punto común.

**Conexión Delta Cerrada.-** Circuito de tres componentes conectados en serie y que forman un lazo cerrado. /Conformado por tres transformadores, en la cual se obtiene una línea de fuerza, cuyo valor va a depender del voltaje de las bobinas en la cual estén diseñados.

**Corto Circuito.-** Conductor ideal entre dos puntos y, puede considerarse como una resistencia de cero ohmios, lo que da como resultado un flujo de corriente excesiva. Puede conducir cualquier corriente, dependiendo del resto del circuito, pero el voltaje aplicado a sus terminales es cero.

**Corriente Alterna (Ca).-** Corriente que invierte su dirección a intervalos de tiempo regulares.

**Corriente Eléctrica.-** Flujo de electrones a través de un circuito. En otras palabras es el fenómeno por el cual se produce el movimiento de cargas eléctricas de un conductor.

**Corriente Directa.(Cd)-** Corriente que fluye en una sola dirección.

**Corriente Nominal.-** Valor asignado a un circuito o sistema como conveniencia para designar su clase de corriente, siendo la corriente máxima impresa en los datos de placa de un aparato.

**Corrientes Parásitas.-** Son las que se producen por el flujo magnético de fuga en el devanado de cobre, debida a la corriente de carga.

**Corriente de Línea.-** Que fluye a través de los conductores de salida de un banco de transformadores.

**Corriente de Fase.-** Que fluye a través de la bobina de un transformador.

**Corriente de Tierra.-** Corriente que circula por el conductor de tierra.

## D

**Demanda.-** Mayor cantidad de la potencia consumida, promediada e integrada en los intervalos de tiempo de cada 15 segundos.

**Demanda Máxima.-** Registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda.

**Demanda de Facturación.-** Máxima demanda registrada en el mes por el medidor de demanda y no podrá ser inferior al 60% del valor de la demanda máxima de los últimos 12 meses incluyendo el mes de la facturación.(el porcentaje varía de acuerdo al pliego tarifario vigente.)

**Devanado.-** Alambre aislado y arrollado de modo conveniente, que forma parte de un circuito eléctrico.

**Dial.-** Representa la cantidad numérica que tiene un registro ciclométrico o de manecillas para su lectura, un dial es una unidad, dos dials es una decena, tres dials es una centena, cuatro dials representa mil, etc. Por lo tanto un registro de 5 dials representa 99999 +1 que equivale a un ciclo del registro.

**Dieléctrico.-** Material aislador, el cual no puede conducir la corriente eléctrica, pero si almacenar carga eléctrica.

**Diodo.-** Válvula electrónica de dos electrodos, por la cual la corriente pasa en un solo sentido.

**Disco de Aluminio.-** Parte del rotor que conforma parte de un medidor, el cual determina la cantidad de revoluciones dependiendo la carga.

**Dispositivo.-** Mecanismo o elemento dispuesto para producir una acción prevista.

**Disyuntor.-** Provisto de dispositivos que permite hacer la desconexión automática en caso de alguna sobrecarga o cortocircuito en la respectiva instalación al cual se encuentre conectado.

**Display.-** Pantalla digital que nos permite visualizar la información.

**Divisor de Voltaje.-** Circuito en serie que proporciona un voltaje menor que el de la fuente de alimentación.

**Divisor de Corriente.-** Circuito en paralelo que permite una corriente de rama menor que la de la línea de alimentación.

## E

**EEPROM.-** Memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente. Es un chip de almacenamiento que se programa y se borra mediante la emisión de señales eléctricas (**E**lectrically **E**rasiable **P**rogramable **R**ead **O**nly **M**emory)

**Electrones.-** Partícula básica con carga negativa que gira en una órbita alrededor del núcleo del átomo.

**Electricidad.-** La electricidad dinámica es el efecto producido por un voltaje en un conductor que obliga a moverse a los electrones dando origen a una corriente eléctrica. La electricidad estática se refiere a la acumulación de carga.

**Electrónico.-** Disciplina basada en los efectos eléctricos de los electrones. En ella se incluyen aplicaciones como los amplificadores, osciladores, rectificadores, circuitos de control y circuitos digitales de pulsos.



**Elementos.-** Conformado por una bobina de potencial y una bobina de corriente (elemento o estator). En sistema de medición es la conformación de un transformador de potencial y de un transformador de corriente.

**Elemento Pasivo.-** Energía total que le entrega el resto del circuito es siempre No negativa, como en los resistores, capacitores e inductores. Este tipo de elemento o dispositivo No genera voltaje ni controla corriente en condicionales iniciales.

**Elemento Activo.-** Elementos NO pasivos, así tenemos los generadores, baterías y dispositivos electrónicos que requieren fuentes de alimentación. Es aquel que puede controlar voltaje o corriente.

**Electroimán.-** Imán para que el que su campo magnético se encuentra asociado con una corriente eléctrica en una bobina.

**Electromagnetismo.-** Ciencia que estudia las relaciones entre los imanes y las corrientes eléctricas.

**Empresa (Distribuidor).-** Distribuidora encargada de suministrar el servicio de electricidad dentro de su área de concesión, a los consumidores.

**Energía.-** Capaz de producir trabajo. En electricidad la energía es igual al producto de la potencia en watts por el tiempo en horas (Kwh.).

**EOI (End Off Interval).-** Advierte en el display del medidor (parte inferior derecha) 5 segundos antes que va a culminar un intervalo de integración de 15 minutos de la demanda.

**Estado Sólido.-** Relativo a componentes electrónicos.

**Estator.-** Que está conformado por una bobina de corriente y una bobina de potencial.(ver elemento).

**Esfera ó Registro.-** Mecanismo en el cual se registra el consumo de la energía mediante la lectura.

**Espira.-**Vuelta de hélice de espiral.

**Equipo.-** Término general que incluye accesorios de montaje, aparatos y componentes que forman parte de una instalación eléctrica.

**Error de Paridad.-** Error causado por la desigualdad de bits de paridad en un bit de datos transmitidos, donde un bit de paridad es el que se instala en una cadena para remitirnos la información de si el número de bits que constituyen una información es par o impar.

**Estator.-** Parte fija de un generador o motor. En un medidor es la parte que conforma una bobina de potencial y una de corriente.



## F

**Fabricante (medidor).**- Número asignado al medidor que establece su registro numérico de fabricación.

**Factor de Potencia (FP).**- Indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, cuyo máximo valor es la unidad, es decir, es un valor adimensional. El FP es el coseno de ángulo y se lo define como la relación entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA).

**Factor de Multiplicación.**- Cantidad numérica que se aplica para multiplicar la lectura de un medidor y obtener la lectura total.

**Facturación.**- Periodicidad mensual la cual no podrá ser menor a 28 días ni exceder los 33 días.

**Factor de Corrección de la Demanda (FC).**- Relación o división entre la demanda en horas punta y la demanda en otras horas. El FC no puede ser menor que 0,6 ni mayor que la unidad.

**Factor de Demanda.**- Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga total conectada de un sistema o la parte del sistema bajo consideración.

**Factor de Rango (Rating Factor), RF.**- Factor Nominal el cual nos permite obtener una adecuada precisión de relación. Valor que viene impreso en la placa característica de datos del equipo y es diseñado de acuerdo al nivel de temperatura ambiente (30°C y 55°C) / Número por el cual se puede multiplicar el valor de la corriente nominal primaria del aparato y cuyo resultado final garantiza la precisión de relación de transformación, pero solamente para los equipos con Norma ANSI.

**Faradio.**- Unidad de capacitancia. Una capacitancia de un farad es la que puede almacenar una carga de un coulomb cuando se aplica entre sus terminales una diferencia de potencial de un voltio.

**Fasor.**- Recta que representa la magnitud y dirección de una cantidad senoidal, como el voltaje o la corriente de ca, con respecto al tiempo. /Representación angular y vectorial de los voltajes y las corrientes en un sistema eléctrico.

**FERUM.**- Fondo de Electrificación Rural Urbano y Marginal.

**Flujo Magnético.**- Líneas de fuerza magnética.

**Fluctuación.**- Acción y efecto de fluctuar.

**Forma del Medidor.**- Disposición física en la cual están conectados y diseñados las diferentes bobinas de corriente y potencial de un medidor.



**Frecuencia.**- Número de ciclos por segundo, cuya unidad de medida es el hertz (Hz). La frecuencia aumenta conforme aumenta el número de ciclos por segundo y la duración de cada ciclo disminuye. / Frecuencia es el número de ciclos por segundo para una forma de onda con variación periódica.

**Fricción.**- Acción de estregar o frotar; resistencia o roce de un mecanismo

**Fuente de Poder (voltaje).**- Dispositivo que proporciona una diferencia de potencial entre sus terminales.

**Fuerza electromotriz (fem).**- Diferencia de potencial que aparece entre dos puntos distintos de un contacto.

**Fusión de Códigos.**- Unión o asociación de dos o más códigos.

**Fusible.**-Tira de conexión metálica encapsulada que se funde cuando pasa por ella una cantidad excesiva de corriente, y que por lo tanto abre el circuito.

## G

**Generador.**- Dispositivo que produce voltaje.

**Gran Consumidor.**- Consumidor cuyas características de consumo lo facultan para acordar libremente con un generador o distribuidor el suministro y precio de energía eléctrica para consumo propio.

## H

**Henrio (H).**- Unidad de inductancia. En una inductancia de un henrio, un cambio de un ampere en la corriente induce una diferencia de potencial de un voltio.

**Híbrido.**- Formado por elementos de distinta naturaleza u origen. Un medidor híbrido es aquel que está conformado por una parte mecánica y una parte electrónica.

**Hilo.**- Número de conductores (incluido el neutro).

**Hertz (Hz).**- Unidad de frecuencia. Un herz es igual a un ciclo por segundo.

**Horas Pico.**- Tiempo comprendido entre las 18 horas y las 22 horas correspondiente a un día horario país en la que se representa la mayor cantidad de consumo durante el día.

**I**

**Imán Frenador.-** Sistema de registro de frenos magnéticos, el cual consta de uno o dos imanes permanentes cuya función es regular la velocidad del disco.

**Impedancia.-** Oposición al paso de una corriente eléctrica, se expresa en ohms y es una combinación de la resistencia y de la reactancia.

**Inherente.-** Que por su naturaleza está unida inseparablemente con otra cosa.

**Impuesto.-** Valor porcentual que se factura en la planilla de consumo eléctrico mensual de acuerdo a porcentajes establecidos en el Pliego Tarifario Vigente. Es un valor variable.

**Incompatibilidad.-** Diferencia esencial que hace que no puedan asociarse dos cosas.

**Indicador de Potencial.-** Señales parpadeantes o tildiantes ubicadas en el display del medidor electrónico que nos indican el momento de la ausencia de alguna fase de voltaje.

**Inductor.-** Dispositivo de dos terminales que consiste en un alambre conductor embobinado. Una corriente que fluya a través del dispositivo produce un flujo magnético.

**Inductancia (L).-** Medida de la capacidad para producir voltaje inducido cuando se atraviesan las líneas de flujo magnético.

**Inducción.-** Capacidad para generar voltaje o corriente sin un contacto físico, puede ser la inducción electromagnética por medio de un campo magnético y la inducción electrostática por medio de un campo eléctrico.

**Inducción Electromagnética.-** Acción de generar un campo electromagnético sin tener contacto físico.

**Interruptor.-** Dispositivo que interrumpe la alimentación a un circuito, cuya capacidad está dada en amperios y puede interrumpir el circuito con la carga a la tensión nominal para la que fue diseñado. /Dispositivo utilizado para abrir o cerrar las conexiones entre una fuente de voltaje y la carga.

**Interés Mes.-** Porcentaje que se factura en todas las planillas de consumo eléctrico mensual de acuerdo con la tasa vigente anual, sobre el saldo vencido de la facturación.

**J**

**Joya del Medidor.-** Mecanismo en la cual se experimenta una suspensión magnética en los medidores electromecánicos y se encuentra ubicada en la parte inferior del rotor (disco).

## K

**Kh.-** Valor o cantidad de la energía eléctrica que se registra en el medidor por cada revolución del disco.

**Kilovatio.-** Valor que equivale a 1000 vatios, es una unidad de potencia.

**Kr.-** Número por el cual se debe multiplicar la lectura del medidor para obtener la lectura real y total.

**Ks.-** Constante de tiempo representando los vatios segundos, equivale a 3600 segundos que corresponde a una hora.

## L

**LCD.-** Dispositivo de presentación visual de cristal líquido.

**LED.-** Diodo emisor de luz. Lingt Emitting Diode. Emite luz al ser atravesado por la corriente.

**Lectura Digital.-** Información digital que se presenta al usuario y que proviene de un dispositivo de memoria.

**Lexan.-** Material especial químico resistente a los fenómenos climáticos y radiaciones solares que se utilizan para la elaboración de las tapas de los medidores electrónicos.

**Línea de Transmisión.-** Camino que une dos puntos, utilizados para dirigir la transmisión de energía electromagnética. / Método para enviar potencia eléctrica o señales de un punto a otro por medio de conductores.

## M

**Manecilla.-** Parte que pertenece al registro de esferas de los medidores, la manecilla equivale a la aguja de un dial esfera el cual nos indica en que posición numérica se encuentra la lectura del medidor.

**Magnitud.-** Es el valor de una cantidad sin tomar en cuenta su ángulo de fase, o con un ángulo de fase de 0°.

**Magnetismo.-** Efecto de atracción y repulsión de hierro y materiales similares sin la necesidad de aplicar una fuerza externa. El electromagnetismo incluye a los efectos del campo magnético que se encuentran asociados con una corriente eléctrica.

**Manual.-** Que se ejecuta con las manos.

**Medidor Autosuficiente o auto-contenido.-** Equipo electro-mecánico que registra el consumo de energía eléctrica requeridos por el Distribuidor (Empresa eléctrica) y el Consumidor (cliente). Para su funcionamiento, utiliza directamente los valores de corriente y voltaje, y **no** requiere de transformadores de medición.

**Medidor para Medición Indirecta.-** Equipo electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor. Para su funcionamiento utiliza señales de voltaje y corriente provenientes desde los transformadores de medición. Anteriormente se utilizaban medidores electromecánicos.

**Medidor Principal(Medición Principal - Redundante)-** Que se encuentra conectado en serie paralelo con otro medidor para comparar y verificar la información de los dos medidores, donde las señales de corriente de retorno pasan sin estar conectadas a tierra en la bornera de prueba o corto circuito, utilizando un switch de corto circuito de barra partida donde no se aterrizan las corrientes de retorno.

**Medidor Redundante (Medición Principal - Redundante)-** Que se encuentra conectado en serie paralelo con otro medidor para comparar y verificar la información de los dos medidores, donde las señales de corriente de retorno se las aterriza, utilizando un switch de corto circuito de barra normal, cerrando el circuito a tierra entre ambos medidores.

**Medidor Totalizador (Controlador de Consumo)-** Medidor que registra la energía total entregada a un predio o inmueble, en cuyo interior se ha instalado un conjunto de medidores. La función específica es realizar la medición integral de la potencia y la energía entregada por la empresa a un edificio o conjunto de edificios ubicados en un predio y en el que existan múltiples usuarios del servicio eléctrico, asociados a su vez con otros medidores individuales.

**Medidor Electrónico (estado sólido)-** Dispositivo que se utiliza para registrar el consumo de la energía eléctrica, el cual toma una cantidad determinada de muestras por ciclo de las señales de voltaje y corrientes que llegan a sus terminales, las cuales son procesadas en una tarjeta electrónica para almacenar y registrar los consumos y presentarlos en una pantalla digital.

**Media Tensión.-** Existe para dos tipos de nivel de voltaje. El primero para Sistema Monofásico a 7.620 voltios, donde este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda del predio sea mayor a 30 KW y menor a 90 KW y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásicos. El segundo para un Sistema Trifásico a 13.200 voltios, donde este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 KW y menor a 1.000 KW.

**Medición Directa.-** Energía consumida que se la registra directamente por medio de un medidor instalado de acuerdo a su carga. No necesita de transformadores de corriente ni potencial.

**Medición Indirecta.-** Energía consumida que se la registra indirectamente por medio de transformadores de corriente y de potencial, donde intervienen las señales de voltaje y corriente que luego se conectan al medidor instalado de acuerdo al su carga.

**Monofásico.-** Conformado por una fase (puede ser de 2 hilos).

**Motor.-** Dispositivo que produce movimiento mecánico a partir de energía eléctrica.

**Modo Alternativo.-** Nos determina una secuencia de los parámetros de información la que se activa a través de algún dispositivo en el medidor, este dispositivo de activación puede ser manual (repositor de demanda) o por medio de un switch magnético (imán).

**Modo Normal.-** Información suministrada que permanentemente se observa en la pantalla del medidor cuya secuencia de parámetros se la indica en los formatos de pantalla.

**Modo de Prueba.-** Solamente se la puede activar a través de un switch mecánico de posición o botón ubicado en la carcasa del medidor, donde nos muestra parámetros de información que pueden ser útiles para la verificación de datos. Se lo identifica por la etiqueta TEST que parpadea durante su activación.

**Módem de Comunicación.-** Dispositivo electrónico que conecta un computador (ordenador) a una línea telefónica y transmite datos a través de ella a otro computador. El módem transforma la señal digital que emite el computador en una señal portadora analógica que transmite por medio de línea telefónica, y viceversa, cuando recibe la señal de otro módem.

## N

**Network.-** Que proviene de una red trifásica.

**Norma ANSI.-** Norma Americana/ American National Standards Institute

**Norma IEC.-** Norma Europea. / Internacional Electrotechnical Commission. (Comisión Electrotécnica Internacional). conformada por 42 naciones europeas.

## O

**Ohmio (ohm).-** Unidad de resistencia eléctrica, equivale a la resistencia en la cual un potencial de un voltios mantiene una corriente de un ampere.

**Onda Cosenoidal.-** Cuya amplitud varía de la misma manera que la función coseno de un ángulo. Se encuentra desfasada 90° con respecto a una onda sinusoidal.

**Onda Sinusoidal.-** Amplitud que cambia de manera proporcional a la función seno de un ángulo.

**Operador.-** Referido a la persona que ejecuta un determinado trabajo.

## P

**Parámetro.-** Que tiene un valor determinado.

**Pararrayos.-** Dispositivo de protección para edificios, equipos, mediciones, transformadores, o estructuras contra los efectos de las descargas atmosféricas (rayos) que pueden incidir sobre los puntos más altos de los mismos. Se lo conoce también como Aparta Rayos.

**Perfil de Carga.-** Matriz de Datos de almacenamiento el cual contabiliza valores de Consumo de Energía acumulado en un determinado tiempo de cada 15 minutos, donde estos datos pueden ser analizados y procesados para un determinado objetivo e interpretar el comportamiento de la carga.

**Pérdidas de Transformación.-** Pérdidas originadas en vacío y con carga, producidas por el transformador una vez energizado.

**Pivote.-** Pieza que gira sobre un soporte, ubicado en la parte superior del rotor del medidor electromecánico.

**Piñón.-** Rueda dentada que engrana con otra o con una cadena.

**Placa Característica.-** Valores o datos técnicos de un equipo o aparato que nos indican las características de operación, funcionamiento e información técnica, en el cual está diseñado.

**Pliego Tarifario.-** Reglamento el cual está sujeto a disposiciones que emanan de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y del Reglamento de tarifas.

**Potencial.-** Que incluye potencia.

**Potencia.-** Tiempo en el cuál se efectúa un trabajo, en un circuito eléctrico es el producto de voltaje por la corriente.

**Potencia Total ó Aparente.-** Es el producto voltio amperio cuando ambos se encuentran fuera de fase. Se mide en VA.

**Potencia Activa o Real.-** Potencia neta disipada en una resistencia. Se mide en watts.

**Potencia Reactiva.-** Cantidad de energía o potencia que necesitan los inductores y balastros para su funcionamiento.

**Polaridad.-** Indicativo de la dirección del flujo de la propiedad de la carga eléctrica y del voltaje. Una polaridad negativa indica exceso de electrones, mientras que la positiva una deficiencia de electrones.



**Policarbonato.-** Material aislante que no conduce el calor ni la electricidad, es una propiedad del plástico. Material que se utiliza para la construcción de las tapas de los medidores electrónicos.

**Polivoltaje.-** Referido a un rango múltiple de voltaje. / Medidor diseñado para operar en un rango de voltajes.

**Polos (switch de prueba).-** Es el número de puntos de interconexión que sirven para conectar las señales de voltajes y corrientes. Generalmente son de 10 polos, las cuales 3 son para las señales de voltaje; uno para el neutro común; tres para señales de ingreso de corriente y tres para señales de retorno de corrientes.

**Potencia Inversa.-** Referido al sentido contrario. Cuando la polaridad de alguna bobina está invertida.

**Potenciómetro.-** Resistor variable que se conecta en serie como divisor de voltaje.

**Porcentaje de exactitud (Registro porcentual).-** Porcentaje en el cual el medidor opera con una eficiencia del 100%. / Es la relación o división entre el registro del medidor y la cantidad medida en un tiempo determinado expresado en porcentaje.

**Primario.-** Lado de mayor rango referido con el lado del secundario.

**Procesador de Señal Digital (DSP).-** Procesador especial capaz de efectuar los cálculos matemáticos con señales digitales. Son programables de gran eficiencia que se utilizan en tarjetas electrónicas.

**Puesta a Tierra.-** Dispositivo apropiado cuya función es asegurar un buen contacto con el terreno circundante, que se conecta mediante un conductor al objeto, instalación o circuito que ha de ponerse a tierra.

**Pupos de Corto Circuito.-** Mecanismo el cual sirve para aterrizar (cortocircuitar) las señales de corrientes a tierra en el momento que se desconecta (se saca) el medidor. /Son cortocircuitadores ubicados en la parte superior de la base tipo socket.

**Puerto Óptico.-** Puerto de comunicaciones situado en la parte superior del medidor que nos permite enganchar algún dispositivo para poder obtener información vía digital.

**Pulso.-** Voltaje o corriente que tiene la característica de aumentar o disminuir su magnitud de manera abrupta, en un período breve.

## R

**Radiación.-** Energía electromagnética, como ondas de luz y de radio, rayos X, e infrarrojas u ondas térmicas que se desplazan a través del espacio o de cualquier otro medio.

**RAM.-** Memoria primaria de un ordenador en la que se puede leer o escribir de manera inmediata cualquier octeto en cualquier posición (**R**andom **A**ccess **M**emory) Memoria de **A**cceso Aleatorio.

**Reactivos.-** Originados por carga inductiva.

**Reactancia.-** Parte imaginaria de la impedancia, se la mide en ohmios.

**Reactancia Inductiva.-** Parte de la reactancia total de un circuito debida a la presencia de inductancias.

**Reactancia Capacitiva.-** Parte de la reactancia total de un circuito que se debe a la presencia de capacitancias.

**Registro Ciclométrico.-** Dispositivo mecánico con dial numérico el cual registra la lectura del medidor. No tiene manecillas.

**Rg.-** Relación de engranajes aplicado en los medidores electromecánicos.

**Relación de Transformación.-** Número proveniente de los valores de relación de los aparatos de medida. / División del valor primario para el valor secundario.

**Reposicionador de Demanda.-** Dispositivo ubicado en la parte superior de la tapa del medidor, que consiste en un mecanismo mecánico el cual nos permite encerar (poner en cero) los valores de la(s) demanda(s) programadas en el medidor.

**Reset.-** Acción de resetear o restablecer la demanda.

**Resistencia.-** Cualidad de un conductor a oponerse al paso de la corriente eléctrica. Valor expresado en ohmios.

**Resistividad Eléctrica.-** Relación entre la diferencia de potencial en un material y la densidad de corriente que circula en él. Es la resistencia específica de un material.

**Revolución.-** Vuelta completa de 360°.

**ROM.-** Residen instrucciones y datos que pueden ser leídos pero no modificados. Un programa que se encuentra en una ROM es por tanto indestructible.(**R**ead **O**nly **M**ory), Memoria de solo lectura.

**Rs.-** Relación de ejes, donde equivale a la cantidad de dientes del primer piñón que engrana el tornillo sin fin del disco aplicado en los medidores electromecánicos.

**Rr.-** Número de vueltas que debe dar el primer engranaje para obtener una vuelta completa de la primera rueda dentada o manecilla (10 KW) aplicado en los medidores electromecánicos.

**Rueda Dentada.-** Rueda diseñada en forma de piñón.

## S

**Secundario.-** Lado de menor rango referido con el lado del primario.

**Secuencia de Parámetros.-** Sucesión de los distintos valores realizada en forma consecutiva.

**Señales de Corriente.-** Son Muestras de valores de corriente que vienen de un transformador de corriente, las cuales van a ser registradas mecánicamente o procesadas electrónicamente por un medidor.

**Señales de Voltaje.-** Son Muestras de valores de voltaje que vienen de un transformador de potencial, las cuales van a ser registradas mecánicamente o procesadas electrónicamente por un medidor.

**Servicio Eléctrico.-** Servicio de energía eléctrica que suministra el Distribuidor a los Consumidores, desde sus redes de distribución y subtransmisión.

**Simulador de Disco.-** Recuadro pequeño de color negro donde su velocidad de encendido o apagado dependerá de la carga que este censando. Este simulador de disco es equivalente al disco de un medidor electromecánico.

**Sobre Corriente.-** Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra. / Es cualquier corriente por arriba de la capacidad del equipo o de la ampacidad de un conductor.

**Sobrecarga.-** Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga. / Es la operación de un equipo por arriba de su capacidad normal o de un conductor por arriba de su ampacidad.

**Sobrevoltaje.-** Incremento en el voltaje rms de ca, a frecuencias de alimentación y duraciones mayores de dos segundos, a diferencia de subida o caída temporal de voltaje.

**Software.-** Conjunto de programas y aplicaciones que se utilizan en un sistema informático.

**Socket.-** Enchufe, zócalo, elemento donde se realiza un montaje el cual queda enchufado

**Subsidio Cruzado.-** Porcentaje equivalente al 5% del valor de la energía facturada, a clientes con consumos mayores a 250 Kwh./mes y se los asigna a clientes con consumos inferiores a 130 Kwh./mes.

**Switch Magnético.-** Interruptor que puede ser activado por medio de magnetismo.

**Switch de Prueba.-** Elemento que se utiliza para cortocircuitar las señales de corriente que van dirigidas hacia el medidor y aislar las señales de voltajes que van al medidor, en el cual las corrientes de retorno están aterrizadas a un punto común neutro y sirve como elemento de protección para el operador y para los equipos de medición.

**Switch de Barra Partida.-** Elemento que se utiliza para cortocircuitar las señales de corriente que van dirigidas hacia el medidor y aislar las señales de voltajes que van al medidor, en el cual las corrientes de retorno NO están aterrizadas a un punto común neutro y sirve como elemento de protección para el operador y para los equipos de medición.

## T

**Tablero.-** Equipo conformado por un interruptor, conmutador o fusible y sus accesorios, conectados a la carga de los conductores y que constituye el principal control del suministro eléctrico.

**Tarjeta Electrónica.-** Placa compuesta por un circuito impreso y diversos componentes electrónicos, que se conecta a un equipo para ampliar su funcionalidad o sus capacidades.

**Tarjeta Análoga Digital.-** Tarjeta de expansión que es capaz de amplificar y convertir en digital señales análogas.

**Tasa.-** Valor adicional por cobrar en la facturación, es un valor fijo establecido.

**Telemetría.-** Medición remota al instante para transmitir información en tiempo real. /Es un sistema de monitoreo y transmisión del consumo eléctrico en tiempo real con equipos necesarios como servidores, estaciones, cuartos de control, que nos permite procesar y almacenar la transmisión de datos, para mantener un control permanente de la información.

**Tensión.-** Referido a la diferencia de potencial, o voltaje.

**Tierra.-** Es un potencial de referencia al que están referidas todas las señales y voltajes de un circuito o equipo electrónico.

**TOU.-** Time Of Use, equivale al tiempo de uso referido a los datos de demanda, proceso de energía, y almacenamiento de energía.

**Toroide.-** Electroimán que tiene un núcleo en forma de anillo.

**Tornillo Sin Fin.-** engranaje compuesto de una rueda dentada y un cilindro con resalto helicoidal.

**Transitorio.-** Que no dura, algo momentáneo.

**Transformador.-** Dispositivo estático que consta de dos o más devanados y que se emplea para aumentar o reducir un voltaje de ca.

**Transformador de Corriente (CT).-** Dispositivo el cual reduce cantidades grandes de corriente a valores pequeños que pueden ser receptados por un medidor. Generalmente la reducción es a 5 amperios.

**Transformador de Potencial (PT).-** Dispositivo el cual reduce cantidades grandes de voltajes a valores pequeños que pueden ser receptados por un medidor. Generalmente la reducción es a 120 voltios.

**Transformador Convencional.-** Que no tiene equipo de protección alguno, el cual está protegido por cajas fusibles y pararrayos, el nivel de tensión en el primario puede ser de 13200 Vol.

**Transformador Autoprotegido.-** Que tiene un cortacircuito (disyuntor) secundario de protección por sobrecarga y cortocircuito, controlado térmicamente y montado en su interior, el cual desconecta de la línea de alta en caso de alguna falla. No necesita caja fusible, tiene en el lado del primario un bushing que actúa como pararrayo.

**Trifásico.-** Conformado por tres fases (puede ser de 4 hilos).

## V

**Vatio.-** Unidad de medida de la potencia activa o real.

**Vatímetro.-** Instrumento que mide la potencia real como el valor instantáneo del voltaje por la corriente.

**Voltaje.-** La fuerza que produce el movimiento de los electrones a través de un conductor en forma de corriente eléctrica se denomina fuerza electromotriz ( fem ) , voltaje ( v ) , diferencia de potencial, potencial eléctrico, o tensión.

**Voltaje de cd.-** Tiene una polaridad estable que no se invierte con el transcurso del tiempo.

**Voltaje Alterno.-** Que cambia o varía en el transcurso del tiempo. Cambia de un estado positivo a un estado negativo en milisegundos.

**Voltaje de Línea.-** Voltaje que se localiza en las líneas de un circuito, o bornes de salida de un transformador.

**Voltaje de Fase.-** Voltaje que se localiza en la bobina de un transformador.

**Voltaje a Tierra.-** Es el voltaje entre un conductor y el conductor conectado a tierra del circuito.

**Voltaje Nominal.**- Valor asignado a un circuito o sistema como conveniencia para designar su clase de voltaje, por ejemplo: 120/240, 480/277, etc.

**Voltaje Trifásico.**- Es aquel voltaje de ca generado con tres componentes que tienen una diferencia de fase entre sí de  $120^\circ$  eléctricos.

#### BIBLIOGRAFÍA.



- Departamento de medidores – Empresa Eléctrica de Guayaquil.
- Departamento de Grandes Clientes – Empresa Eléctrica de Guayaquil
- Empresa eléctrica de Playas CNEL – Departamento de diseños eléctricos.
- Manuales de Medidores Electrónicos - ABB.
- Manuales de Sistemas de Mediciones – ABB.
- Manuales de Medidores - General Electric.
- Manuales de Sistemas de Mediciones – General Electric.
- Instructivo de Servicio - Empresa Eléctrica del Ecuador Inc.
- Manual de Medidores de Estado Sólido - Schlumberger - Vectron. Versión N° 3.
- Folletos de Medidores monofásicos y trifásicos marcas Sangamo, GE., ABB.
- Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición Para el Suministro de Electricidad (NATSIM) - Empresa Eléctrica del Ecuador Inc.
- Pliego Tarifario Vigente – Empresa Eléctrica de Guayaquil.
- Experiencias Prácticas y Reales en Rutina de Trabajo – Empresa Eléctrica de Guayaquil.
- Manual de Ingeniería Eléctrica - Decimotercera Edición - Mc. Graw Hill.
- Análisis Básicos de Circuitos Eléctricos – David E. Johnson.
- Soluciones Prácticas para la Puesta a Tierra en Sistemas Eléctricos de Distribución.
- Electrónica Básica - Grob. Quinta Edición. Mc Graw Hill.
- Curso de Transformadores y Motores Trifásicos de Inducción - Gilberto Enríquez Harper.
- Tratado de Electricidad de Corriente Alterna II, por Che.
- Código eléctrico nacional - NEC

